

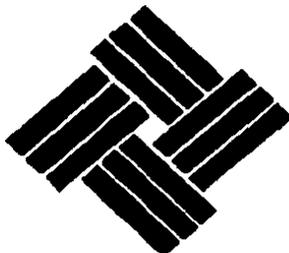
8 881217

24

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



ESTUDIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL AL AREA DE APARADO DE LA EMPRESA G&J DE CALZADO DEPORTIVO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N
LEON FREIMAN KAHN
ANTONIO VILLALON BOCK
MEXICO, D. F. 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTUDIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL AL AREA DE APARADO DE LA EMPRESA G & J
DE CALZADO DEPORTIVO

CONTENIDO

PARTE I

ANALISIS DE LA EMPRESA

CAPITULO I	INTRODUCCION	
1.1	Trayecto Histórico de la Industria	3
1.2	Trayecto Histórico de la Empresa	7
1.3	Situación Actual de la Industria	9
1.4	Situación Actual de la Empresa	11
1.5	Establecimiento de las Necesidades	12
1.6	Objetivos del Estudio	13
1.7	Alcances del Estudio	14
CAPITULO II	ANALISIS DEL PRODUCTO	
2.1	Características Generales	19
2.2	Partes de un Zapato Deportivo	19
2.3	Materias Primas	22
2.4	Gama de Productos que se Fabrican	25
2.5	Mercado	26
CAPITULO III	CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE APARADO DE LA EMPRESA G & J	
3.1	Descripción del Personal	35
3.1.1	Funciones del Personal	35
3.1.2	Características del Personal	37
3.2	Descripción de la Maquinaria	37
3.3	Descripción de las Instalaciones	38
3.3.1	Distribución	39
3.3.2	Estaciones de Trabajo	41
3.4	Descripción de los Servicios Auxiliares	42
3.4.1	Mantenimiento	42
3.4.2	Manejo de Materiales	43
3.4.3	Control de Calidad	44
3.5	Secuencia de Fabricación de un Modelo Prototipo	45

ESTUDIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL AL AREA DE APARADO DE LA EMPRESA G & J
DE CALZADO DEPORTIVO

PARTE II

TEORIA

CAPITULO IV	CONCEPTOS BASICOS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL	
4.1	Introducción	57
4.2	Definiciones	58
4.3	El Papel de la Ingeniería Industrial en las Empresas	59
4.4	Ingeniería de Métodos	60
4.5	Diagramas	60
4.5.1	Objetivos	61
4.5.2	Actividades de la Carta de Proceso	61
4.5.3	Tipos de Diagramas	63
4.6	Conclusiones	80
	Bibliografía	83
CAPITULO V	MEDICION DEL TRABAJO	
5.1	Introducción	87
5.2	Estudio de Tiempos	88
5.2.1	Definición y Aplicaciones	88
5.2.2	Equipo	89
5.2.3	Método para Efectuar un Estudio de Tiempos ..	89
5.3	Conclusiones	113
CAPITULO VI	PLANES DE PAGO DE INCENTIVOS	
6.1	El Destajo	117
6.2	Planes de Incentivos	118
6.2.1	Beneficios y Limitaciones	119
6.2.2	Requisitos Previos para Poder Implantar un Plan de Incentivos	120
6.3	Tipos de Planes de Incentivos	122
6.3.1	Planes Económicos Directos	123
6.3.2	Tipos de Planes Económicos Directos	125
6.3.3	Planes Económicos Indirectos	132
6.3.4	Planes No Económicos	135
6.4	Razones del Fracaso de un Plan de Incentivos	135
6.5	Conclusiones	136
	Bibliografía	137

CAPITULO VII**DISTRIBUCION EN PLANTA Y MANEJO DE MATERIALES**

7.1	Relación que Existe Entre el Manejo de Materiales y la Distribución en Planta	141
7.2	Manejo de Materiales	141
7.2.1	Introducción	141
7.2.2	Definiciones	142
7.2.3	Principios Fundamentales	144
7.2.4	Criterios de Selección de Equipo	147
7.3	Distribución en Planta	166
7.3.1	Introducción	166
7.3.2	Definiciones	166
7.3.3	Objetivos	167
7.3.4	Tipos Básicos de Distribuciones	170
7.3.5	Criterios para Elaborar Proyectos de Distribución en Planta	201
7.3.6	Planeación Sistemática de Distribuciones ..	203
7.3.7	Planeación de Distribuciones Ayudada por Computadora	217
7.4	Conclusiones	222
	Bibliografía	223

CAPITULO VIII**CONTROL DE CALIDAD**

8.1	Introducción	227
8.2	Definiciones	228
8.3	Requisitos	230
8.4	Beneficios	235
8.5	Sistemas de Control de Calidad Estadísticos ..	238
8.5.1	Gráficas para el Control de Calidad	238
8.5.2	Uso de las Gráficas de la Media y de la Amplitud	243
8.5.3	Límites de Control y Límites de Tolerancia ..	247
8.5.4	Aplicaciones de la Gráfica de Control	249
8.5.5	Control por Atributos	249
8.5.6	Muestreo de Aceptación	252
8.5.7	Tamaño de la Muestra	257
8.5.8	Frecuencia del Muestreo	258
8.6	Conclusiones	259
	Bibliografía	261

ESTUDIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL AL AREA DE APARADO DE LA EMPRESA G & J
DE CALZADO DEPORTIVO

PARTE III

SOLUCION

CAPITULO IX	SOLUCIONES AL PROBLEMA - CONTROL DE PRODUCCION	
9.1	Introducción	265
9.2	Control de Bultos	266
9.3	Cálculo de inventario en Proceso Basado en el Inventario por Estación de Trabajo (Bultos)	272
9.4	Control Individual y Control de Producción .	276
9.5	Control Bi-Horario de Producción	282
9.6	Aplicación del Estudio de Tiempos	288
9.7	Sistema de Salarios e Incentivos	337
9.8	Control de Calidad	342
9.9	Conclusiones	352
CAPITULO X	SOLUCIONES AL PROBLEMA - DISTRIBUCION EN PLANTA	
10.1	Introducción	357
10.2	Objetivos	357
10.3	Aplicación Práctica de SLP	359
10.4	Conclusiones	387
CAPITULO XI	CONCLUSIONES	389

APENDICES

P R O L O G O

El presente trabajo consiste en el análisis de una planta de calzado deportivo desde un punto de vista operativo concentrándose en el área de aparato (confección) de la misma.

Nuestros estudios fueron realizados enfatizando la aplicación de la ingeniería industrial a los problemas que se presentan en las industrias modernas de calzado deportivo y sentimos que será de gran utilidad ya que casi no existen publicaciones que estudian esta rama industrial en cuanto a los procesos, distribución, métodos de control de producción, personal, las condiciones para manejo de materiales, etc. que se requieren o están aquí involucrados.

Para simplificar el contenido de nuestro estudio lo hemos dividido en tres partes:

La primera parte consiste en el análisis de la situación actual de la empresa y el establecimiento de las necesidades para poder incrementar tanto el control como el volumen de producción dentro del área de aparato.

La segunda parte comprende la teoría sobre la cual se apoya la ingeniería industrial con la que se podrán estudiar y resolver las necesidades particulares de la empresa G & J.

La tercera y última parte esta compuesta por dos capítulos en los que se proponen las soluciones a las necesidades del

área de aparato de la empresa G & J y en los cuales se conjugan tanto los fundamentos teóricos como las herramientas prácticas de las que se vale el ingeniero industrial en la solución de problemas reales.

En general, las secciones que comprenden a este trabajo tienen la finalidad de describir una guía de pasos a seguir de la manera más simple posible para emplear el enfoque analítico con que nos provee la ingeniería industrial a industrias de tipo ligero como lo es la de la confección ya que esta aplicación no ha sido muy explotada en países como el nuestro.

CAPITULO I

INTRODUCCION

- 1.1 Trayecto Histórico de la Industria**
- 1.2 Trayecto Histórico de la Empresa**
- 1.3 Situación Actual de la Industria**
- 1.4 Situación Actual de la Empresa**
- 1.5 Establecimiento de las Necesidades**
- 1.6 Objetivos del Estudio**
- 1.7 Alcances del Estudio**

1.1 TRAYECTO HISTORICO DE LA INDUSTRIA

Los orígenes del calzado deportivo datan del tiempo de la Grecia Antigua, esto se ha determinado en base a los descubrimientos de pinturas y escritos que datan del siglo VIII A.C. que narran los juegos olímpicos.

La primera olimpiada tuvo lugar en el año 776 A.C. y el ganador de la carrera fue Kroibos de Elis; esta competencia era la más importante de los juegos y debido a ello el nombre de este gran deportista sobrevive hasta nuestros días.

Con la decadencia de la Grecia Antigua y el surgimiento del Imperio Romano, los juegos olímpicos fueron perdiendo importancia, lo que nos hace perder el rastro del empleo de calzado deportivo.

A través de los siglos se ven rastros de uso de zapatos para eventos deportivos o competencias pero este uso es muy discontinuo ya que no se habían encontrado los materiales de construcción que proporcionaran una verdadera ventaja para el atleta, por lo contrario, los pensadores de aquellos tiempos argüían que era de vital importancia eliminar el peso de las ropas (y zapatos) para que se pudiese desarrollar la mayor velocidad por parte de los contendientes.

No es sino hasta el siglo XVIII D.C. en el que se vé el uso continuo de calzado en los encuentros deportivos. 1839 fué un año de gran importancia para el calzado ya que en este año Charles Goodyear descubrió el proceso que permitiría transformar al hule en un material de usos múltiples.

El hecho de que ciertos árboles producían latex se sabía desde hace casi un milenio pero el hule no se había aplicado en muchas áreas por que no se había descubierto un método para que este material dejase de ser pegajoso y suave a altas temperaturas o duro y quebradizo a bajas temperaturas.

Lo que Goodyear descubrió fué que si mezclaba el hule con azufre y sometía a la mezcla a altas temperaturas hasta que se derritiese, el producto resultante una vez que estaba a temperatura ambiente era estable y flexible. A este proceso le llamó vulcanización y es hasta ahora la base de la industria del hule natural.

El hule se aplicó rápidamente a muchas áreas, y fué particularmente bien venido en la elaboración de zapatos deportivos ya que provefa un alivio para los pies por su característica de amortiguamiento, comparado con el fuerte golpeteo del calzado de cuero.

La elaboración de zapatos deportivos no fue más que un trabajo artesanal o de bajo volumen hasta el año de 1865, en el cual la compañía "THOMAS DUTTON AND THOROWGOOD" elaboran en la Gran Bretaña el primer zapato para pista sobre una base de producción continua.

A este zapato se le conoce como el "Spencer Shoe" ya que se cree que Lord Spencer utilizó estos zapatos en varias de las competencias en las que participó y triunfó hacia los años 1865-1880.

La industria de calzado deportivo floreció gracias al crecimiento de la industria de "artículos para deportes" al final del siglo pasado, se cree que la primera fábrica formalmente establecida de calzado deportivo en América fué la SPALDING & BROS. que en la primavera de 1884 ya ofrecía un catálogo con tres tipos de zapatos para pista (spikes), así como zapatos para salto, campo traviesa y caminata.

En 1896 reviven las competencias atléticas mundiales con la primera olimpiada de la era moderna. Este suceso tuvo un profundo impacto en la industria de calzado deportivo ya que en las competencias de esta olimpiada se incluyó una que se denominó "Maratón" y que consistía en una carrera de resistencia con 40 Km de recorrido. Para esta carrera no se podían usar los zapatos de pista (spikes) que con anterioridad se habían fabri-

cado ya que no se corría en pista sino en las calles de la ciudad donde el terreno era muy rocoso y resultaban incómodos los picos que éstos teñían en la suela.

Así se empezaron a fabricar los zapatos deportivos "planos" que ahora conocemos como tenis o choclos.

No fué sino hasta los principios de este siglo cuando se empezó a desarrollar la tecnología necesaria para emplear al hule como material para suelas de calzado, ya que con anterioridad se habían enfrentado serios problemas en los que concernía a la durabilidad y resistencia a la abrasión de este material.

La competencia por el mercado de calzado para deportistas se intensificó hacia el año de 1915 en los Estados Unidos de Norteamérica con la introducción de marcas como la SEARS ROEBUCH y la RILEY COMPANY (actualmente NEW BALANCE) pero el diseño de los modelos ofrecidos así como los materiales empleados no evolucionaron prácticamente nada hasta mediados de los años 40's.

A principios de los años 30's se empezó a escuchar el nombre de los hermanos Dassler dentro del ambiente atlético de Europa. Este nombre posteriormente se convertiría en sinónimo de calidad e innovación dentro de la industria de calzado deportivo en el mundo entero.

Adolf Dassler empezó a fabricar zapatos en 1920; sus principales líneas eran pantunflas y zapatos de vestir pero, siendo un atleta él mismo, en poco tiempo dirigió la producción a la rama de calzado deportivo.

Debido al crecimiento del negocio se unió con su hermano Rudolph y la marca DASSLER BROTHERS empezó a aparecer en los pies de famosos atletas alemanes.

En 1941 apareció el primer zapato portando las "tres bandas" como símbolo

de la marca pero no fué patentada ésta sino hasta 1949.

En 1948 la sociedad de los hermanos Dassler terminó en forma áspera y Adolf (Adi) Dassler formó la compañía ADDAS que posteriormente se renombró ADIDAS.

Esta empresa rápidamente se convirtió en la más grande productora de calzado atlético del mundo, al mismo tiempo y en el mismo pueblo Rudolph formó una fábrica llamada PUMA COMPANY y durante los últimos treinta años la rivalidad entre estas dos empresas ha sido un estímulo para el desarrollo de nuevas ideas en el diseño de zapatos deportivos.

En otras regiones del mundo también se estaban llevando a cabo avances en esta área. En Nueva Inglaterra la HYDE ATHLETIC COMPANY estaba fabricando zapatos para maratón con una suela interior de cuero y un recubrimiento de hule de crepé. Japón a su vez presentó en 1951 a su corredor Shigeki Tanaka en el maratón de Boston con un par de zapatos marca TIGER los cuales le ayudaron a adjudicarse el triunfo en esta prueba; a mediados de los años 50 TIGER se presentó como un importante competidor en el marco internacional de calzado deportivo presentando cinco modelos distintos de zapatos para maratón.

En 1972 el nombre de la marca NIKE apareció por primera vez en el mercado de zapatos atléticos, y en 1973 esta compañía ya poseía el veinte por ciento del mercado de zapatos planos para entrenar.

NIKE fue el pionero en cuerpos de nylon razón por la cual creció tan rápiidamente en el mercado.

1.2 TRAYECTO HISTORICO DE LA EMPRESA

La empresa G & J fué fundada en Diciembre de 1946 por un grupo de inversionistas españoles originarios de Navarra. En sus orígenes, el objetivo de la empresa era elaborar zapatos tipo alpargata para mineros y campesinos el cual era elaborado de fibras de yute en unas máquinas que fue ron mandadas a hacer especialmente.

Originalmente la planta estuvo localizada en Coyoacán, posteriormente en Xochimilco y finalmente en su actual domicilio de la colonia Industrial Vallejo.

Con la introducción de calzado industrial, el consumo de alpargatas de yute se vió fuertemente afectado lo cual hizo que la producción de este artículo disminuyera casi por completo.

Hacia 1955 la empresa empezó a fabricar calzado deportivo tipo tenis, zapatilla de casa para mujer y zapatilla de hule para playa.

Los primeros dos de estos productos eran elaborados con telas de algodón y hule para la suela mientras que la zapatilla para playa era toda de hule. En esta época existían únicamente tres productores de calzado deportivo en todo el país incluyendo a G & J.

La producción de zapatos inyectados de P.V.C. (cloruro de polivinilo) dentro de la empresa empezó en el año de 1964, cuando se compró maquinaria de varias estaciones con este propósito; así en 1965 la producción de la planta se dividió en suelas a base de hule (50%) y suelas a base de P.V.C. (50%).

Con el tiempo la producción de zapato con suela de hule fue disminuyendo debido al costo de este material y lo complicado que resultaba procesarlo en comparación con el P.V.C.

A medida que la producción de calzado de P.V.C. fue creciendo, el tiempo total de operación en el área de inyección se fue reduciendo, lo cual a su vez se tradujo en un desequilibrio de la capacidad de producción de las distintas áreas de la planta. Debido a que los tiempos de manufactura no se pudieron acelerar en estas áreas, específicamente en el área de aparado, se crearon cuellos de botella en el flujo de la fabricación del zapato. Desde entonces y hasta la fecha el área de aparado ha sido un gran problema dentro de la parte operativa de la empresa.

Tratando de mejorar dicha situación se estableció un programa de adquisición de equipo (2 máquinas de coser por año) pero esto no fue suficiente para nivelar las capacidades instaladas en corte e inyección.

En 1978, a manera de obtener una solución al problema de las diferencias de las capacidades instaladas de los diferentes departamentos, la dirección decidió subcontratar trabajo de maquila para las operaciones de confección y de costura que no se alcanzaban a cubrir dentro de las instalaciones de G & J.

Otro grave problema al cual se enfrentaba la empresa fue la amplia gama de productos que ofrecían con las consecuencias que esto implicaba: programas y controles de producción sumamente complejos, necesidad de mayor número de moldes y hormas, mayor habilidad requerida por parte de las operarias debido a los distintos trabajos específicos de cada modelo, un nivel de inventarios de materias primas y productos terminados más alto, etc.

Aunado a esto, la empresa fue perdiendo personal clave dentro del área operativa el cual nunca ha podido substituir, sobre todo en la supervisión del departamento de producción.

Por último cabe mencionar que G & J nunca tomó en cuenta seriamente el surgimiento y crecimiento de sus competidores, como ya se mencionó, ori

ginalmente sólo existían dos fabricantes más de este tipo de producto mientras que actualmente la cifra asciende a más de veinte. Esta competencia se lanzó al mercado con campañas publicitarias masivas, tratando de ganar así la mayor participación del mercado mientras que G & J nunca contrarrestó estas campañas con medidas estratégicas sólidas, capaces de situarla como una empresa fuerte dentro de los productores de calzado deportivo; el resultado de esto ha sido una fuerte reducción en la participación del mercado de la empresa G & J.

1.3 SITUACION ACTUAL DE LA INDUSTRIA

Pese a los graves problemas económicos por los que atravieza el país desde 1982, la industria productora de calzado sintético (principalmente zapatos deportivos y fullplastic) ha mantenido un índice de crecimiento sostenido desde el año 1976, en el cual participaba con una producción de 31.5 millones de pares, o sea 15% de la producción total nacional que fué de 210 millones de pares. En 1982 se produjeron poco más de 56 millones de pares en esta rama de la industria, cifra que representó la cuarta parte del total nacional (225 millones de pares). Para 1984 se espera que se hayan producido 78 millones de pares de calzado sintético, lo que demuestra el creciente interés por parte de los inversionistas en esta actividad económica, así como la creciente importancia de esta rama de la industria del calzado.

Las principales razones a las que se les atribuye el crecimiento de la industria productora de calzado deportivo son:

- El calzado deportivo es una moda mundial para niños y jóvenes y México es un país que cuenta con una población muy joven en promedio (16 años).
- Debido a la devaluación del peso y al control de cambios impuestos en 1982, la compra de calzado deportivo de fabricación extranjera se ha reducido notablemente obligando así al consumidor a comprar el artícu

lo de producción nacional.

- El alto costo del calzado de piel ha obligado a gran parte del mercado a consumir productos alternativos más económicos.
- La introducción de marcas extranjeras al mercado nacional; lo cual trae consigo mayor variedad de productos con normas más exigentes de calidad.

La producción de calzado deportivo está concentrada principalmente en el Distrito Federal (80% del total nacional), mientras que el 90% de esta producción la generan únicamente el 15% de los productores.

Las plantas de calzado deportivo y sintético han aumentado su capacidad instalada en los últimos 5 años mientras que sus precios han crecido a menor ritmo que la inflación de los precios de las materias primas, lo cual ha tenido efectos positivos en el consumo del artículo elaborado.

Anteriormente, el industrial de calzado deportivo contaba en sus instalaciones con equipo, personal y superficie para efectuar las operaciones de costura y similares, pero actualmente es una práctica común mandar maquil^{ar} estos trabajos (tanto a plantas propias como independientes) ya que requieren de gran cantidad de mano de obra, evitando así los gastos requeridos para el equipo y su instalación, costos de mano de obra ociosa (puesto que los trabajos de maquila se pagan por unidad producida), y principalmente los problemas laborales que se suscitan cada vez con mayor frecuencia en los talleres de este tipo. Al mismo tiempo se puede dedicar la superficie que antes ocupaba el departamento de costura a operaciones más productivas o que no se puedan maquilar como son corte, empaque, etc.

Una de las principales limitantes para la producción eficiente de esta rama es el abastecimiento de materias primas provenientes de la petroquímica secundaria como son plastificantes, estabilizantes, P.V.C. (cloruro de polivinilo), etc.; cuyos principales proveedores son Petróleos Mexicanos, Industrias Resistol y Celanese Mexicana. No sólo el precio de estos productos se ha disparado terriblemente en un par de años, sino que la disponibilidad de los mismos es insuficiente e irregular.

Siendo México un país productor y exportador de petróleo y teniendo uno de los complejos petroquímicos más importantes del mundo (LA CANGREJERA, VER.), es incongruente que los productos derivados del petróleo sean más caros en México que en los mercados internacionales.

Además de los productos petroquímicos, también existen problemas de abastecimiento de otros insumos tales como maquinaria, refacciones, herramientas y accesorios.

Otro de los problemas que señalan los industriales de esta rama como fundamental, es la reducción de crédito por parte de los proveedores que ahora se hace efectivo a 30 días mientras que hace 2 ó 3 años era a 90 días, asimismo, en productos importados el cobro es C.o D. con lo cual las empresas requieren de mayor capital de trabajo.

Además, la mayor parte de estas industrias son de tamaño mediano o grande de lo que significa que su capital contable es superior al límite para operar con FOGAIN (90 millones de pesos). No cuentan con financiamientos de fondos preferenciales del gobierno y esto los hace recurrir a créditos bancarios, los cuales son considerablemente más caros.

En materia de exportaciones, este tipo de producto debe competir con países altamente industrializados de Oriente y Europa, los cuales cuentan con una moneda estable, y carecen prácticamente del efecto inflacionario, condiciones que no se presentan en nuestro país.

1.4 SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

En el año de 1983 la empresa G & J fué adquirida por un consorcio industrial para formar parte de las empresas que constituyen la división de productos de consumo del mismo. En ese momento la empresa G & J atravesaba la peor de sus crisis, conjuntándose problemas de tipo operativo, financiero y administrativo.

Se han tomado una serie de medidas por parte de la nueva dirección para afrontar estos problemas como son: contratación de nuevo personal para

las áreas administrativas y de producción, implantación de nuevos controles en el área de producción, agilización de las ventas y cobranza, reducción del número de modelos, adquisición de nueva maquinaria para el área de inyección, redistribución del área de producción y reducción del inventario de producto terminado (el cual era de 135,000 pares aproximadamente). A pesar de esto, existen aún graves problemas, principalmente con el nivel de producción del área de aparato — aunque se incorporó una línea de costura extra de nueve personas, las cuales anteriormente formaban la escuela de capacitación de costura de la fábrica—, la coordinación en la elaboración de planes de producción con el departamento de ventas, escasez de moldes para inyección de modelos de moda, herramental, mantenimiento del equipo, la falta de la concentración del esfuerzo por parte de la administración para resolver problemas particulares en cada departamento siguiendo una secuencia ordenada en lugar de atacar varios problemas a la vez, y el escaso interés de los trabajadores para tratar de resolver numerosos problemas interdepartamentales — derivados de una falta de motivación por parte de la administración y de la resistencia al cambio de ellos mismos (promedio de antigüedad superior a los 15 años).

1.5 ESTABLECIMIENTO DE LAS NECESIDADES

Nuestro análisis a las instalaciones de la planta de la empresa G & J de calzado deportivo empezaron en Noviembre de 1983. En esta época la situación de la empresa era crítica debido a que la antigua dirección de ésta se había despreocupado mucho sobre sus problemas; aunado a esto se presentaban los problemas que trae consigo el proceso de transición de dueños, ya que en Mayo de ese mismo año la planta pasó a ser parte de un consorcio industrial.

Durante nuestras primeras visitas detectamos que los principales problemas de la planta eran los mencionados en el inciso 1.4 de este estudio; basándonos en estos puntos fijamos como necesidades de la empresa las siguientes:

1. Establecimiento de controles efectivos para el departamento de aparado con el objeto de minimizar el costo de elaboración de los diferentes productos.
2. Asignación específica de funciones para el personal de supervisión del departamento de producción, por medio del cual se pueda responsabilizar particularmente a cada una de estas personas respecto a la actuación de cada área (almacenes, corte, inyección, aparato, etc).
3. Elaboración de un Kardex de materiales con su respectivo sistema de control de inventarios que permita minimizar el costo de mantener y de reponer el inventario en el momento y cantidad necesarios.
4. Agilización del manejo de materiales tanto dentro de la planta, como en la recepción y envío de éstos. Esto con el propósito de reducir el tiempo muerto de los operadores, así como para mejorar el control de los almacenes.
5. Aumentar el nivel de eficiencia en el departamento de aparato con el objeto de lograr un balanceo en las capacidades de las diferentes áreas del departamento de producción.

1.6 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La presente tesis es el resultado de los estudios de ingeniería industrial realizados al área de aparato (confección) del departamento de producción de la empresa G & J de calzado deportivo.

Dichos estudios están basados en las necesidades de la empresa las cuales fueron establecidas en el inciso anterior con los siguientes objetivos:

- El establecimiento de tiempos estándar para las operaciones de costura del área de aparato.
- La elaboración de un plan de salarios e incentivos para los operadores de dicha área.
- Una proposición de una nueva distribución del equipo y maquinaria del área de aparato.

1.7 ALCANCES DEL ESTUDIO

Se establecerán los tiempos estandar de cada una de las operaciones que se efectúan en el área de aparato de la empresa G & J con base en un estudio de tiempos. Se efectuarán tomas de tiempos a 2 modelos, los cuales requieren de todas las operaciones que se llevan a cabo en esta área. Con lo anterior esperamos que se llegue a establecer un patrón de procedimientos con el cual se puedan fijar estándares para nuevos productos o para actualizar los de productos ya existentes; además, con este patrón la empresa estará en posibilidad de aplicar esta herramienta (los estudios de tiempos) a otras áreas del departamento de producción.

Se planteará un sistema de pago de salarios e incentivos con base en los estándares de tiempo previamente establecidos. Con este sistema, la compañía podrá, en la medida que así lo desee, establecer los costos de mano de obra directa para sus distintos artículos con mucha más precisión permitiéndole mantener un mejor control sobre el avance de las órdenes de producción, así como para incrementar el nivel de eficiencia de las operadoras de esta área. Será responsabilidad de la empresa implementar este sistema debido a que habrá que efectuar los ajustes requeridos para que el plan sea acorde con las políticas de la empresa en lo referente a personal, así como con las negociaciones sindicales que implica la implantación de este sistema.

Aunado a esto se utilizarán los diferentes criterios existentes para efectuar la evaluación de la distribución actual del área de aparato, para posteriormente tomar una decisión si es que existe la necesidad de efectuar modificaciones. Se propondrá una distribución con la cual se simplifique el flujo del producto y de los materiales, se minimicen las distancias recorridas y se eviten los cuellos de botella en la elaboración del producto.

Es nuestro sentir que los estudios que se efectuarán a la empresa G & J así como las soluciones alternativas que se propondrán a la dirección de la misma serán herramientas útiles para solucionar en buena medida los principales problemas que se presentan en el ciclo de producción en el área de aparato. Sin embargo, dependerá de la empresa el éxito de las modificaciones a realizar ya que éstas requerirán de una implementación enérgica que incluya los medios de retroalimentación de información apropiados para efectuar los ajustes y las modificaciones necesarias. También queremos hacer notar que este estudio abarca únicamente una sección del departamento de producción de la empresa (área de aparato); será necesario efectuar estudios dentro del resto de las secciones de este departamento (áreas de corte, inyección, acabado, etc) para poder integrar — de la mejor manera posible— los recursos de la empresa.

CAPITULO II

ANALISIS DE PRODUCTO

- 2.1 Caracterfsticas Generales**
- 2.2 Partes de un Zapato Deportivo**
- 2.3 Materias Primas**
- 2.4 Gama de Productos que se Fabrican**
- 2.5 Mercado**

CAPITULO II

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES

La elaboración del calzado deportivo sigue un proceso simple donde la función de cada componente es obvia dada su forma física, no se requieren conocimientos muy avanzados para comprender el proceso.

La fabricación de este artículo requiere de una gran cantidad de mano de obra, en donde los costos de esta son aproximadamente iguales al valor de los materiales usados en el zapato. Existe una gran competencia entre los distintos fabricantes de este tipo de calzado, sobre todo en el renglón de los costos de mano de obra.

A continuación presentaremos las distintas partes que comprenden un zapato deportivo y el proceso por el cual estas son unidas.

2.2 PARTES DE UN ZAPATO DEPORTIVO

Los dos componentes principales de un zapato deportivo son: el cuerpo (upper) y el piso (bottom).

El cuerpo es la parte que cubre al pie mientras que el piso provee la interfase entre el pie y el suelo.

El cuerpo

La parte del cuerpo que cubre la porción anterior del pie se

llama empeine. Esta parte se fabrica de una sola pieza de material para minimizar el número de costuras, ya que estas irritan al pie. Al punto donde se une el cuerpo con la suela se le conoce como línea emplumada.

El cuerpo es el lugar en donde se agregan otros componentes, los cuales principalmente son unidos por costuras y su función es la de reforzar las áreas más fragiles o sujetas a mayores esfuerzos.

El componente principal para el sistema de agujetas se denomina base de ojillado, el cual forma la garganta del zapato.

El contrahorte es la pieza que soporta el talón. Arriba del contrahorte, en la parte exterior del zapato tenemos el protector del tendón de Aquiles.

En frente del cuerpo se coloca un aditamento exterior llamado puntilla y por debajo de la puntilla se agrega un material resistente para que el zapato mantenga su forma. El componente de vinil o de nylon elástico que circunda al cuerpo, donde el pie hace contacto justo debajo del tobillo se llama cuello.

Sobre el cuerpo del zapato también se coloca la lengüeta, la cual protege al pie de la agujeta: así como el forro, el cual proporciona confort y evita la irritación del pie causada por la fricción.

El Piso

El piso del zapato se compone generalmente por la suela y la plantilla. En empresas de calzado deportivo especializado el

piso se divide en suela exterior, suela media y suela acuñaada. En este caso la suela exterior esta diseñada para dar durabilidad y tracción pero también contribuye en el amortiguamiento de golpes. La suela media está diseñada únicamente para amortiguar golpes y la suela acuñaada sirve tanto para amortiguar golpes asi como para dar soporte al talón.

La plantilla sirve para cubrir la parte superior de la suela y puede ser de toalla, hule espuma, borra u otros materiales.

En general, el artículo que se elabora en G & J es un zapato tenis tipo escolar, de propósito general: esto significa que no es un artículo técnicamente diseñado para practicar deportes específicos, como podría ser el caso de marcas como ADIDAS ó DUNLOP; esto a su vez dirige el producto hacia mercados menos exigentes (clase media), lo cual es el propósito de la empresa.

La figura 2.1 muestra un zapato deportivo con la señalización de todos sus componentes.

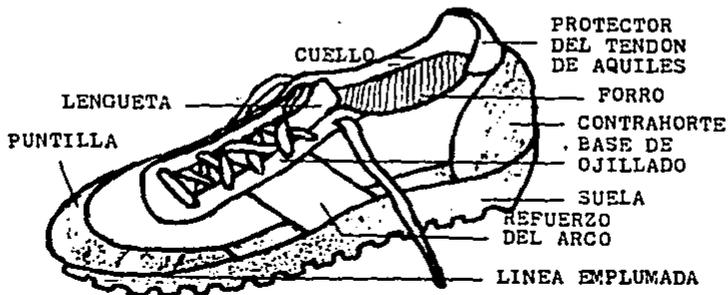


Fig. 2.1. Zapato Deportivo

2.3. MATERIAS PRIMAS

A continuación se presenta la lista de las principales materias primas que se emplean en la empresa G & J (Tabla 2.) para la elaboración de los productos que esta ofrece al mercado.

Es importante tener presente que no se pueden clasificar los materiales según la parte a la que esta destinada el material ya que particularmente en el caso de las telas, lonas o mantas estas pueden ser empleadas en distintos componentes del zapato dependiendo del modelo que se trate. En otros casos como en los del P.V.C. los ojillos, las agujetas o cintas deportivas, su función y la parte del zapato que componen es única.

Debido a lo anterior se clasificaron los materiales según sus características físicas como a continuación se presentan:

- Telas
- Ribetes
- Agujetas
- Plásticos

Además, se manejan otros materiales que a continuación mencionamos que son auxiliares para la fabricación de calzado deportivo y sin los cuales no se puede elaborar el producto final:

TABLA 2.2

MATERIALES AUXILIARES

EN LA ELABORACION DE CALZADO DEPORTIVO

TELA ESPUMA (2,3,4,5 mm)

TAPA Y FONDO

HEBILLAS

OJILLOS

ELASTICOS (3,4,6 mm)

ETIQUETAS

HILO

2.4 GAMA DE PRODUCTOS QUE SE FABRICAN

Se cuenta actualmente con las instalaciones y la maquinaria apropiadas para la elaboración de los siguientes productos:

- a) Zapato todo plástico (fullplastic)
- b) Tenis suela P.V.C
- c) Tenis suela poliuretano

sin embargo, a la fecha se producen únicamente zapatos tenis suela P.V.C, ya que por una parte con el zapato tenis con suela de poliuretano se han tenido numerosos problemas en su fabricación, principalmente con la calidad de las materias primas mientras que la producción del zapato todo plástico ha sido detenida por razones de mercado.

El zapato tenis suela P.V.C se produce en numerosos modelos, que en este estudio se clasifican en tres grupos:

- 1º Choclos
- 2º Bota
- 3º Zapatilla

En la industria del calzado las tallas se manejan por corridas, es decir rangos de tallas, teniendo en G & J las siguientes corridas:

<u>Corrida</u>	<u>Tallas</u>
1	17 a la 21
2	22 a la 25
3	26 a la 29

Lo anterior facilita grandemente el control de la producción así como del manejo de materiales en la planta.

El zapato suela P.V.C tipo choclo se produce en 6 diferentes modelos, en los siguientes colores; blanco, negro, azul marino, rojo, beige, azul rey, gris y amarillo.

Del tipo bota se cuenta con 5 modelos, en los siguientes colores: blanco, negro, azul marino, blanco-verde y negro-amarillo.

Por último las zapatillas se producen prácticamente en todo tipo de colores, existiendo 6 modelos diferentes.

La cantidad de modelos que se manejan es aproximadamente de 20 pero este número varía según la moda, obsolescencia del producto, etc.

2.5 MERCADO

La producción de calzado ha sido catalogada de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo Industrial como actividad prioritaria en la categoría 2.1-Bienes de Consumo no Duraderos. Esta importancia se deriva de que el calzado es un satisfactor básico de las necesidades de la población.

Puede haber muchos tipos de calzado de acuerdo a los criterios de clasificación que se empleen. De conformidad con sus características principales el calzado podría dividirse en los siguientes grupos:

De acuerdo al usuario en:	Hombre Mujer Niño
De conformidad con el principal material empleado en:	Piel Mixto Sintético
Según su construcción en:	Zapato Bota Sandalia Huarache Pantufia
Por su nivel de calidad y precio	Nivel bajo Nivel medio Nivel alto
De acuerdo a su uso en:	Formal Deportivo Industrial De playa

Existen también clasificaciones de acuerdo a los materiales más comúnmente usados como pueden ser:

- | | |
|-------------|----------------|
| a. Cabra | g. Hule |
| b. Becerro | h. Poliuretano |
| c. Lona | i. Crepé |
| d. Nylon | j. Reptil |
| e. Plástico | k. Mixto |
| f. P.V.C. | l. Peluche |

Para finalidades de este estudio, estamos particularmente interesados en la clasificación que agrupa a los productos de acuerdo a su uso ya que así podremos identificar claramente al mercado y a los productores de calzado deportivo siendo la empresa G & J parte de estos.

En el año de 1979 se inició por parte del CIATEG (Centro de Investigaciones y Asistencia Tecnológica del Estado de Guanajuato) una investigación sobre la industria del calzado, en la cual se llegó a determinar la oferta nacional de este producto en tres grupos distintos dadas las principales materias primas empleadas. Esto lo podemos observar en la Tabla 2.3. Las cifras de los años 1974 a 1983 fueron obtenidas del estudio antes mencionado mientras que las de 1984 son estimaciones elaboradas por la Cámara Nacional de la Industria del Calzado.

Se puede observar que la producción de calzado sintético (zapato deportivo, de playa, fullpastic, etc) ha crecido constantemente a lo largo de todo este período, mientras que los productos de los otros dos grupos muestran comportamientos menos satisfactorios. El calzado de cuero ha perdido popularidad en el mercado reduciéndose la producción de este artículo de 32% en 1974 a 18.7% en 1983. Por su parte el calzado mixto mantiene una posición más o menos constante a lo largo del período con 56.2% de la producción de 1983 pero se estima que descenderá a 55.7% en 1984.

TABLA 2.3.
OFERTA NACIONAL DE CALZADO

ARO		PRODUCCION TOTAL	CALZADO DE CUERO	CALZADO MIXTO	CALZADO SINTETICO
1974	Millones de pares Distrib. porcentual	181.6 100.0	58.1 32.0	105.3 58.0	18.2 10.0
1975	Millones de pares Distrib. porcentual	195.3 100.0	54.7 28.0	117.2 60.0	23.4 12.0
1976	Millones de pares Distrib. porcentual	210.0 100.0	52.5 25.0	126.0 60.0	31.5 15.0
1977	Millones de pares Distrib. porcentual	191.0 100.0	38.2 20.0	114.6 60.0	38.2 20.0
1978	Millones de pares Distrib. porcentual	205.0 100.0	41.0 20.0	115.0 56.0	49.2 14.0
1979	Millones de pares Distrib. porcentual	210.0 100.0	39.9 19.0	117.6 56.0	52.5 25.0
1980	Millones de pares Distrib. porcentual	214.0 100.0	40.7 19.0	119.8 56.0	53.5 25.0
1981	Millones de pares Distrib. porcentual	220.0 100.0	41.8 19.0	123.2 56.0	55.0 25.0
1982	Millones de pares Distrib. porcentual	225.0 100.0	42.8 19.0	126.0 56.0	56.2 25.0
1983	Millones de pares Distrib. porcentual	233.8 100.0	43.9 18.7	131.3 56.2	58.6 25.1
1984*	Millones de pares Distrib. porcentual	244.0 100.0	45.0 18.4	136.0 55.7	63.0 25.9

* ESTIMADO

FUENTE: CIATEG

La Tabla 2.4 muestra el número de establecimientos que fabrican los diferentes tipos de calzado en el Area Metropolitana del D.F. Aquí se puede ver claramente que más del 80% de los productores de calzado deportivo y tenis se encuentran en esta área.

TABLA 2.4
FABRICANTES DE CALZADO DE LA CAMARA NACIONAL DE LA
INDUSTRIA DEL CALZADO
(1983)

	AREA METROPOLITANA DEL D.F.	RESTO DEL PAIS
Caballero	176	43
Dama	183	119
Sintético	42	15
Bota	11	36
Huarache	1	8
Ortopédico	3	-
Pantufia	15	7
Seguridad	11	4
Teatral	2	2
Maquiladores	<u>64</u>	<u>29</u>
	414	263

Cabe mencionar a nivel de mercado nacional que la rama del calzado presenta ciclos por trimestre, siendo el más bajo el de mayo, junio y julio, mejorando la situación en agosto, septiembre y octubre debido al inicio de la temporada escolar; noviembre, diciembre y enero, también es un período de buen consumo debido a las fiestas navideñas, los aguinaldos, etc.; febrero, marzo y abril son meses en los que la demanda se contrae respecto a las anteriores, pero es mejor que los que le siguen (ver Fig. 2.2)

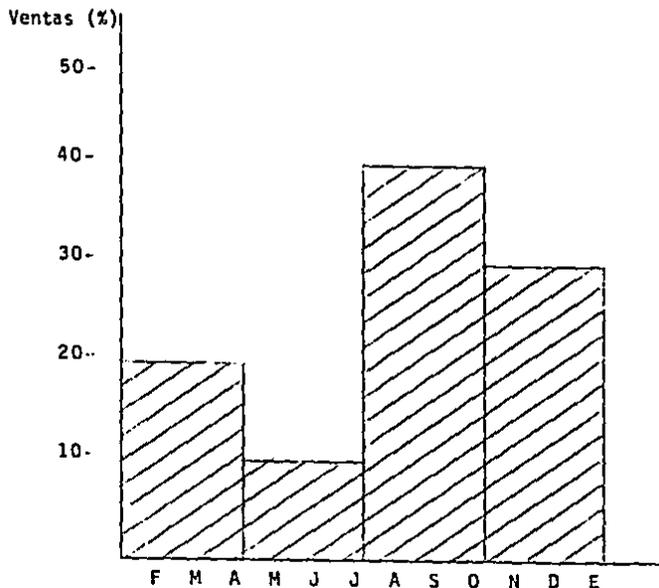


Fig.2.2 Estacionalidad de las Ventas de Calzado Deportivo

NOTA: Los meses en la Fig. 2.2 empiezan a partir de febrero debido a que la industria clasifica sus temporadas en trimestres, los cuales -- son Febrero-Marzo-Abril, Mayo-Junio-Julio, Agosto-Septiembre-Octubre y Noviembre-Diciembre - Enero.

El mercado que atiende la empresa G & J se ha caracterizado por un crecimiento sostenido aún en épocas de recesión. Históricamente los precios han recuperado el efecto de la inflación, sin deterioro a los márgenes de utilidad.

En 1983 la producción de calzado deportivo en México fue de 46 millones de pares y se estima que en 1984 haya sido de 48 millones. La participación en el mercado de la empresa G & J es de 3.5% lo que la coloca como el noveno productor en el país dentro de este tipo de calzado, pudiéndose incrementar fácilmente esta cifra al utilizar toda la capacidad instalada.

CAPITULO III

Características General del Area de Aparado de la Empresa G & J

- 3.1 Descripción del Personal**
 - 3.1.1 Funciones del Personal**
 - 3.1.2 Características del Personal**
- 3.2 Descripción de la Maquinaria**
- 3.3 Descripción de las Instalaciones**
 - 3.3.1 Distribución**
 - 3.3.2 Estaciones de Trabajo**
- 3.4 Descripción de los Servicios Auxiliares**
 - 3.4.1 Mantenimiento**
 - 3.4.2 Manejo de Materiales**
 - 3.4.3 Control de Calidad**
- 3.5 Secuencia de Fabricación de un Modelo
Prototipo**

CAPITULO III

Características Generales del Area de Aparado (Confección)
de la Empresa G & J3.1 DESCRIPCION DE PERSONAL

El área de aparato de la empresa G & J emplea a cuarenta y dos operadoras, ocho inspectoras de control de calidad y un asistente del supervisor; la organización es tal que ha creado una "jerarquía de tipo línea"; la cual podemos representar en la Fig. 3.1

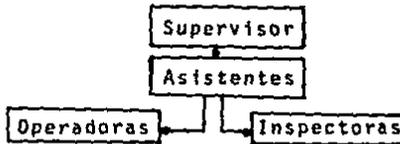


Fig. 3.1 Jerarquía de Tipo Línea

Esta configuración ha prevalecido en la empresa desde sus orígenes modificándose únicamente el número de personas más no los rangos y las responsabilidades de ellas.

3.1.1 Funciones del personal

Supervisor

El supervisor del departamento es responsable de las siguientes funciones:

- Producción - Control y balanceo
- Personal - Disciplina, entrenamiento, selección y evaluación.
- Servicio - Supervisión de mantenimiento, suministro de accesorios y aditamentos para maquinaria.

Asistentes

Los asistentes del supervisor como su nombre lo indica se encargan de auxiliar al supervisor en algunas de sus tareas, pero sus trabajos específicos son:

- Reportes - Elaboración
- Producción - Control y suministro de materiales

Inspectores de Control de Calidad

Como mencionamos anteriormente se cuenta con ocho inspectoras de control de calidad las cuales están divididas en dos grupos; inspectoras de producto en proceso (seis) e inspectoras de producto terminado (dos).

La inspección final incluye la elaboración de un reporte de las piezas totales fabricadas que se envían al almacén de upper.

Operadoras

Las operadoras se dedican a efectuar los trabajos de costura necesarios para la elaboración del zapato.

3.1.2 Características del Personal

El promedio de antigüedad del personal de este departamento es aproximadamente de quince años lo cual trae como consecuencia:

- a) Bajos niveles de productividad
- b) Resistencia al cambio
- c) Difícil manejo del personal

Excluyendo al supervisor, el departamento está compuesto por mujeres, siguiendo la teoría de que la mujer es más hábil en trabajos manuales, más cuidadosa, y más fácil de controlar desde el punto de vista sindical.

A lo largo de nuestras visitas hemos podido notar que existe una falta de identificación y motivación hacia la empresa por parte de las operarias. Se sobreponen los intereses individuales a los objetivos colectivos por lo cual existe una gran falta de compañerismo.

3.2 DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA

Como en la mayoría de los departamentos de costura se trata de maquinaria de tipo ligero; por lo mismo es equipo delicado que requiere de atención periódica para su buen funcionamiento; la duración o vida útil de este tipo de equipos se estima alrededor de 20 años.

En el caso particular de la empresa G & J podemos agrupar el equipo y sus funciones de la siguiente manera:

TABLA 3.1

Clasificación de la Maquinaria

<u>GRUPO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>FUNCIONES</u>
1º Máquinas de Puntada de Cadena	2	Cerrar talón
2º Máquinas de Poste de dos Agujas	3	Sobrecostura
3º Máquinas de Poste de una Aguja	7	Costura cuello y rivetes
4º Máquinas Planas de dos Agujas	9	Contrahorte, base de ojillado, chinela figurada, empalme lengüeta y chinela
5º Máquinas Planas de una Aguja	11	Costura accesorios, talón cuello, emplame
6º Máquinas Enjaretadoras	4	Colocar jareta
7º Máquinas Ojilladoras	2	Poner ojillos
8º Máquinas Inyectoras de Termoplástico	1	Dobladillar
9º Máquinas de Puntada Zig-Zag	1	Cerrar talón, costuras especiales

En general la maquinaria se encuentra en buen estado a pesar de que no existe un programa de mantenimiento preventivo para darle servicio.

3.3 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

Con el propósito de presentar un espectro más claro de las características del área de aparato efectuaremos la descripción de las siguientes instalaciones:

- a) La distribución
- b) Las estaciones de trabajo

debido a la importancia que éstas tienen en la eficiente utilización del espacio y de los recursos de la empresa.

3.3.1 La Distribución

El equipo del área de aparato sigue una distribución por producto (línea de ensamble) pero dadas las características de las actividades, existen ciertas variantes a este tipo de distribución.

Se cuenta actualmente con dos líneas de ensamble principales formadas por cinco líneas parciales que agrupan 42 estaciones de trabajo tal como se muestra en la Fig. 3.2

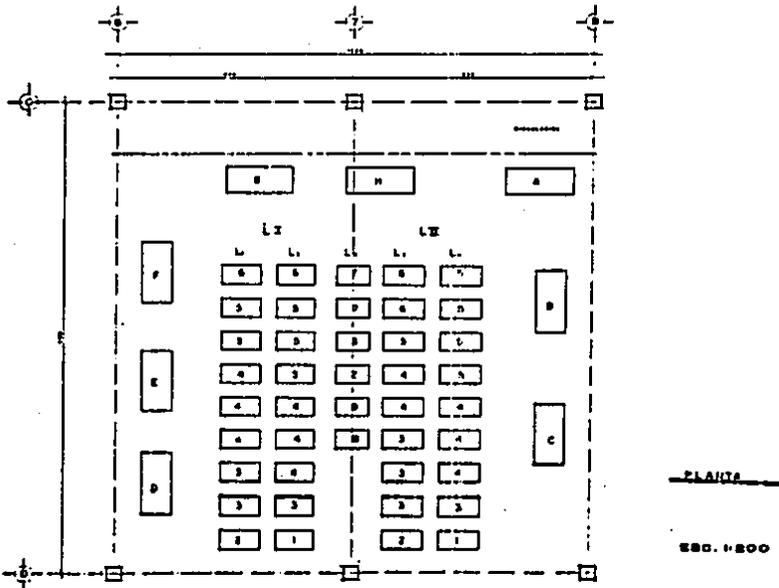


Fig. 3.2 Distribución del Área de Aparado

En esta figura se puede notar que las líneas 1 y 3 así como las 2 y 4 son esencialmente iguales mientras que la línea "5" está formada por maquinaria de soporte para las cuatro líneas anteriores. El número que aparece en cada estación de trabajo se refiere al tipo de máquina de que se trata, para mayor referencia vease la Tabla 3.1. Además podemos observar que existen ocho estaciones de trabajo (A, B, C, D, E, F, G, H) en la periferia del área de armado donde se efectúan las siguientes operaciones:

TABLA 3.2
Estaciones de Trabajo Auxiliares

<u>ESTACION DE TRABAJO</u>	<u>FUNCIONES</u>
A	Recepción materiales provenientes de corte de maquila
B, C, D, E	Inspección intermedia, trabajos auxiliares
F,	Recuperación de productos defectuosos
G, H	Inspección final, elaboración de reportes, carga de producto terminado en ganchos para enviar al almacén de upper.

La distribución actual (tipo de línea de ensamble) es la más apropiada para estos productos; la mayoría de las industrias del ramo de la confección emplean este tipo ya que reduce

el tiempo de elaboración, facilita el tipo de acarreo de materiales y que el producto se presta para ello. Sin embargo, los métodos y sistemas actuales para llevar a cabo el control de producción no son los adecuados para efectuar la supervisión ó seguimiento de las ordenes de trabajo que este tipo de distribución requiere.

Como resultado de esto se presentan problemas en el control de producción, en el depuramiento de ordenes, en el tiempo de proceso requerido por orden, etc., lo cual se refleja en altos costos de producción.

4.3.2 Estaciones de Trabajo

Las estaciones de trabajo que los procesos de costura requieren son mesas sobre las cuales esta montada la máquina de costura; sus dimensiones generalmente son de 1.5 x .5 mts. La Fig. 3.3 representa una estación típica.

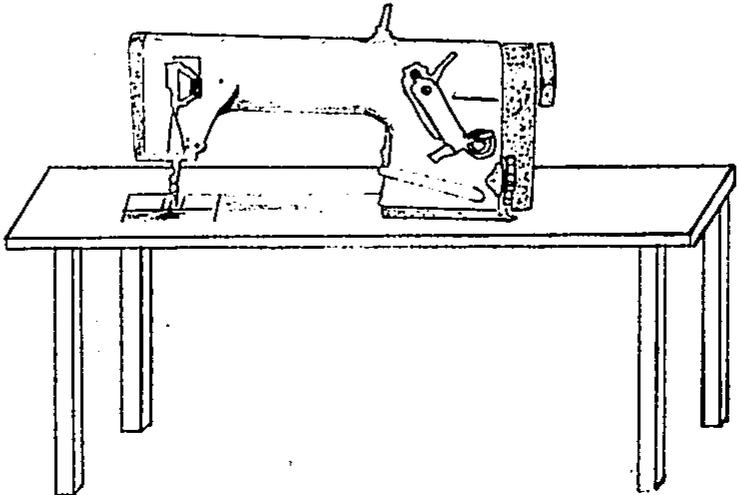


Fig. 3.3 Estación de Trabajo Típica

Las estaciones de trabajo A, B, C, D, E, F, G, H son mesas de madera de 2.5 x 1.0 mt., las cuales no requieren de maquinaria especial debido a que el control de calidad para operaciones de costura es únicamente de apreciación visual con inspección de pieza por pieza.

Es de vital importancia mencionar que las estaciones de trabajo de toda el área de aparato de la empresa G & J están en malas condiciones en lo referente a limpieza, cuidado y acondicionamiento (iluminación, lugar para materiales y herramientas, espaciamiento, medidas ergonómicas, etc). Esto se debe a que no hay personal responsable de verificar y reportar el estado de las estaciones de trabajo así como la falta de mantenimiento de estas.

3.4 DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

3.4.1 Mantenimiento

En lo que a mantenimiento se refiere se efectúa únicamente el de tipo correctivo en el caso de averías en la maquinaria. No existe un equipo de mantenimiento para dar servicio a las instalaciones del departamento de producción en general (limpieza, pintura, acondicionamiento de estaciones de trabajo, iluminación, ruido, etc), lo cual trae como consecuencia un mal aspecto de las instalaciones de la empresa.

Es inevitable crear un departamento de mantenimiento tanto para las instalaciones comunes como para cada área del departamento de producción. Este departamento deberá de formular un

programa de mantenimiento preventivo para minimizar las averías de la maquinaria, las cuales son de graves consecuencias para industrias como ésta ya que operan con distribuciones por producto.

3.4.2 Manejo de Materiales

Como se mencionó anteriormente se trata de una industria de tipo ligero en el cual los materiales no tienen ni el peso ni el volumen que requiere de equipo pesado de manejo de materiales.

Por otra parte tampoco se puede utilizar equipo de manejo de materiales del tipo de bandas transportadoras las cuales generalmente se emplean en líneas de ensamble ya que en el caso particular de la empresa G & J se trata de líneas de ensamble paralelas en donde se sigue un flujo de materiales en Zig-Zag. Otras razones importantes por las cuales no es conveniente utilizar bandas transportadoras en este caso son:

- a) El volumen de producción - el cual no justifica la inversión.
- b) La distancia entre las estaciones de trabajo - (ya que estas no exceden tres metros).
- c) El balanceo de líneas - la diferencia que existe en el tiempo de operación de una a otra estación de trabajo es demasiado grande.
- d) La fabricación es por lotes - a pesar de ser una distribución por producto nunca se efectúan en forma consecutiva todas las operaciones sobre una unidad, si no que se hace un tipo de operación a un lote y se transporta a otra estación para que se efectúe la siguiente operación.

- e) El número de modelos - aunque en esencia los productos son iguales cada modelo requiere de algunas operaciones distintas para su elaboración.

Debido a las razones antes mencionadas el manejo de materiales dentro del área de aparado se lleva a cabo en canastillas de plástico de aproximadamente .40 x .60 x .30 mts., las cuales son transportadas manualmente por una persona (por línea) encargada de este trabajo.

Esta es la forma más económica y adecuada para el manejo de materiales dadas las características de la empresa.

3.4.3 Control de Calidad

Como mencionamos anteriormente las inspecciones de control de calidad que se realizan en el departamento de aparado se dividen en dos grupos:

- a) Inspecciones del producto en proceso
- b) Inspecciones del producto terminado

Las inspecciones que se le hacen tanto al producto en proceso como al producto terminado son totalmente subjetivas, esto en parte se justifica con base en lo complicado que resulta el evaluar las operaciones de costura; la apariencia del producto refleja la calidad con la que éste fue elaborado.

A través de los años la empresa ha notado que para mantener el nivel de calidad deseado en sus productos, se requiere aproximadamente de un inspector por cada diez operadores

dentro de el área de aparato ya que con este sistema se elimina la revisión final, debido a esto, se cuenta actualmente con seis inspectoras de producto en proceso, las cuales verifican cada operación realizada sobre cada una de las piezas producidas. Por otra parte el número de inspectoras de producto terminado esta determinado por el volumen de producción de la empresa, de manera tal que todas las piezas producidas puedan ser inspeccionadas, a razón de 100 piezas por hora.

En nuestra opinión se efectuan correctamente las inspecciones para controlar la calidad dentro del área de aparato. A pesar de esto podrían utilizarse técnicas simples y objetivas para evaluar los trabajos de costura en lo que a calidad se refiere. En la industria de la confección se utilizan una serie de normas que para estos propósitos pueden resultar muy útiles, estas normas pueden ser entre otras:

- 1- Puntadas por pulgada
- 2- Formación de puntada
- 3- Tensiones Arriba/Abajo
- 4- Partes descosidas
- 5- Ancho de costura
- 6- Manchas en la tela
- 7- Prendas rasgadas

3.5 SECUENCIA DE FABRICACION DE UN MODELO PROTOTIPO

Después de haber descrito al personal, las instalaciones, el

equipo y los servicios auxiliares del área de armado, conviene describir el proceso de fabricación de calzado deportivo en la empresa G & J para poder contemplar como se integran todos estos elementos durante la operación.

Para poder analizar la secuencia de fabricación de un producto dentro de una industria multiestilo, es indispensable seleccionar con buen juicio un modelo prototipo puesto que con base en la descripción que se haga de éste, se partirá para el resto de los productos, simplificando así la descripción de las operaciones realizadas en la planta.

Para finalidades de este estudio se seleccionó como modelo prototipo el zapato tipo choclo que aparece en la Fig. 3.4. Se escogió este modelo porque requiere de la mayor parte de las operaciones en las que se incurren en la producción de calzado deportivo, además de que este modelo es el que se fabrica en mayor cantidad dentro de la empresa.

La elaboración de calzado empieza en el área de corte o suaje. Aquí, una vez seleccionado el material a cortar, se tiende la tela en varias capas (dependiendo del tipo de tela o material, el número de estas) una encima de otra sobre la mesa de preparación; posteriormente se aliza la tela para que la longitud de cada capa sea igual y se suje tan las capas con unos broches al borde de la mesa. Después, se corta el material manualmente quedando así separadas las capas y listas para ser trasladadas a las mesas alimentadoras de corte.

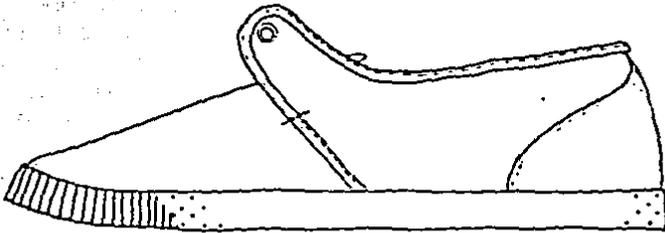


Fig. 5.4 Modelo Prototipo - zapato tipo choclo

Ahora el operador debe de seleccionar el suaje (molde) apropiado para cortar el material. La selección del suaje depende de la talla, el modelo, y la parte del zapato que se desea cortar. El suaje se coloca sobre el material y se acciona la suajadora (prensa hidráulica); puesto que el suaje tiene la forma del contorno de la parte que se cortó, el material se encuentra ahora dentro del suaje; la operación siguiente es retirar el material del suaje y colocarlo en una canastilla.

Cuando las canastillas están llenas pasan a una mesa de inspección en la que son clasificadas cada una de las piezas de acuerdo a su color (debido a que aunque provengan del mismo rollo de tela el teñido pudo no haber sido uniforme) y luego se agrupan en lotes.

A continuación se marcan sobre el cuerpo las líneas sobre las cuales deben de ir las costuras de la chinela figurada; una vez terminada esta tarea todas las partes provenientes del área de corte pasan a la mesa de foleado, en donde son marcadas según su talla, modelo, y corrida a la que pertenecen. De aquí el material es enviado al inicio del área de aparado en donde será cuantificado y clasificado para poder ser procesado en dicha área. La Fig. 3.6 muestra las piezas del modelo prototipo provenientes del área de corte así como los ojillos y la agujeta los cuales son los materiales auxiliares para este modelo.

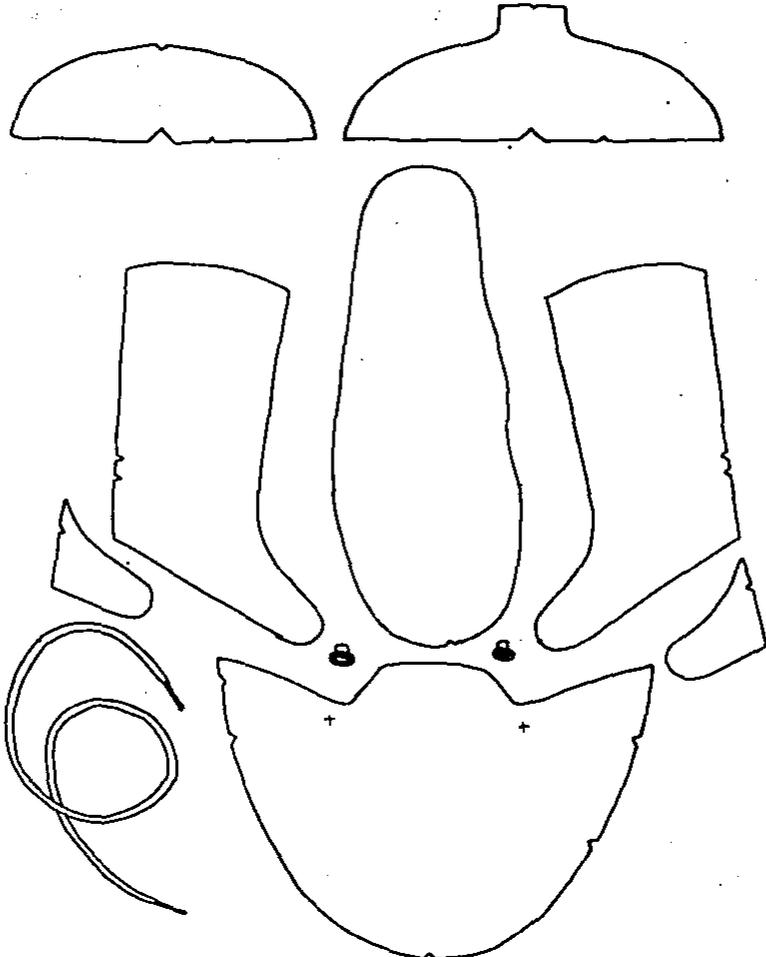
Una vez que se ha dado la orden para empezar a confeccionar el modelo prototipo, las canastillas de las distintas partes que lo formarán son distribuidas en la línea de ensamble

correspondiente (recuerdese que hay 2 líneas de ensamble principales formadas por cinco líneas parciales; el trabajo para una corrida particular nunca se divide entre las dos líneas principales), asignando cada una a la máquina apropiada para realizar el trabajo de costura requerido.

Las operaciones de confección empiezan con el cuerpo, puesto que a este se le van a ir agregando todos los componentes que forman al upper o sea la parte superior del zapato.

La figura 3.2 representa la distribución del área de aparato; esta figura será una útil referencia para visualizar la secuencia de operaciones que se efectúan sobre el zapato dentro de esta área.

El cuerpo es transportado hasta la máquina de cadena en donde se cierra el talón, luego pasa a la máquina de poste de dos agujas para que se haga la sobre costura del talón la cual refuerza esta parte del zapato. A continuación se transporta a la mesa auxiliar de corte C para que se emparejen los bordes y se inspeccione el trabajo hasta ahora efectuado. Posteriormente se transporta a la máquina de poste de una aguja para que se haga el riveteado del cuello; después se pasa a la sección de máquinas planas de dos agujas para coser el contraorte, la chinela figurada y la base de ojillado. El cuerpo ahora viaja a la mesa auxiliar B para que se vuelvan a emparejar los bordes así como para inspeccionar el producto. Una vez terminadas estas operaciones, se transporta el material a las máquinas enjaretadoras para que se agregue la jareta (cordón) al borde inferior del cuerpo y de aquí se pasa a la máquina ojilladora para remachar los ojillos.



.Fig. 3.6 Piezas que Forman un Zapato

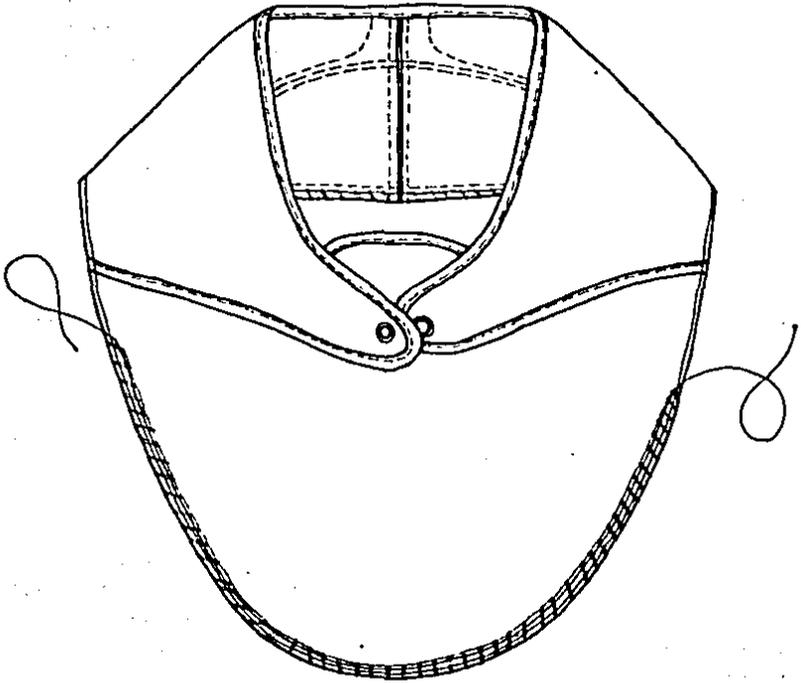


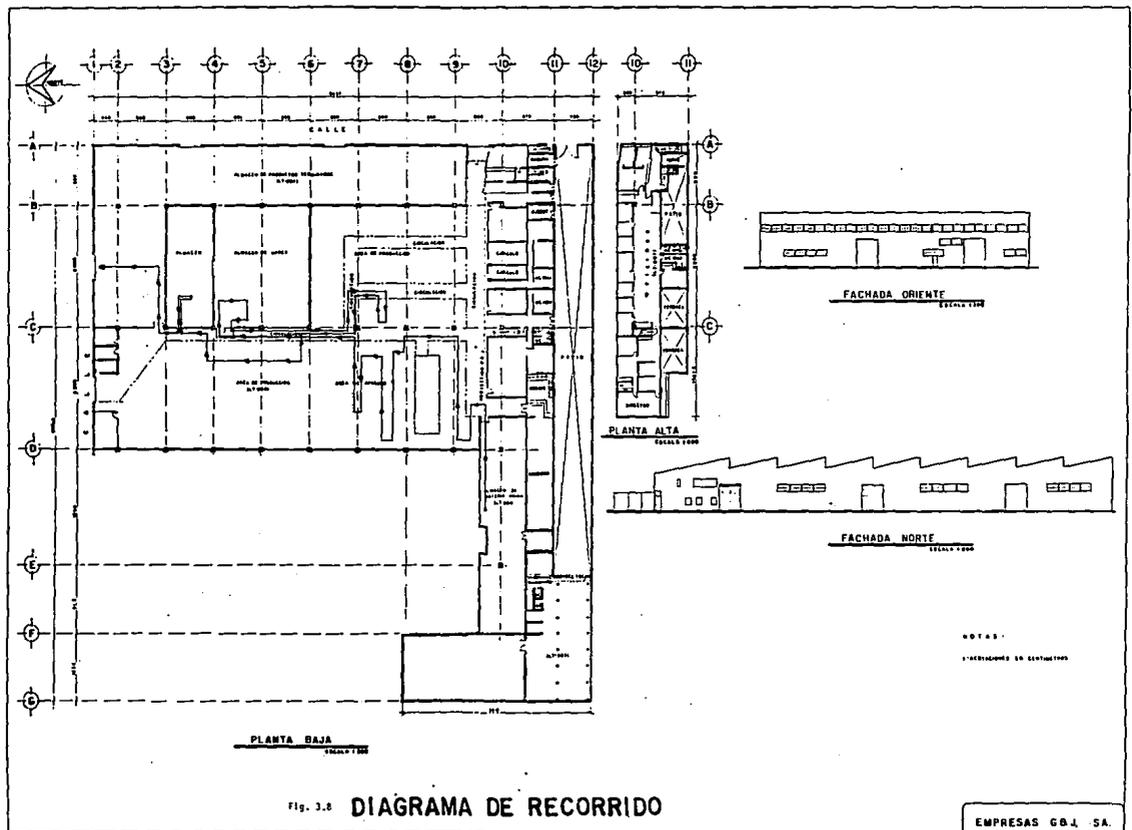
Fig. 3.7 Upper del Modelo Prototipo

Antes de salir de la sección de armado el upper pasa por una de las mesas de inspección final para que se revise todo el trabajo de costura y confección. La figura 3.7 muestra al upper del modelo prototipo una vez terminado. Estas piezas son colocadas en ganchos que a su vez son montadas sobre un carrito transportador el cual los conduce hasta el almacén de upper en donde el material espera su turno para entrar a la sección de inyección. Una vez en la sección de inyección el upper es asignado a la máquina correspondiente según la talla, el color de la suela, la carga de trabajo, etc. de cada máquina. El upper se monta sobre la horma y se ajusta a la misma jalanddo de los extremos de la jareta.

Se introduce la horma en el molde y se inyecta P.V.C a 170°C durante 20 segundos. El zapato permanece otros 50 segundos dentro del molde con el propósito de que se enfríe el P.V.C con la forma deseada.

Una vez enfriado, el zapato se retira y se dirige a la sección de acabado en donde se retiran las rebabas de P.V.C, se colocan las agujetas y las plantillas y por último se inspecciona todo el artículo para poder ser empacado y trasladado a la bodega de producto terminado.

La secuencia de todo el proceso se puede observar y analizar con mayor detalle si se complementa esta descripción con la Fig. 3.8 la cual representa el diagrama de recorrido del producto.



CAPITULO IV

Conceptos Básicos de Ingeniería Industrial

- 4.1. Introducción**
- 4.2 Definiciones**
- 4.3 El Papel de la Ingeniería Industrial en las Empresas**
- 4.4 Ingeniería de Métodos**
- 4.5 Diagramas**
 - 4.5.1 Objetivos**
 - 4.5.2 Actividades de la Carta de Proceso**
 - 4.5.3 Tipos de Diagramas**
- 4.6 Conclusiones**

CAPITULO IV

Conceptos Básicos de Ingeniería Industrial

4.1 INTRODUCCION

El único camino para que un negocio o empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. Se debe comprender claramente que todos los aspectos de una empresa - ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración - son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudio de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios. Con mucha frecuencia, solo se considera la función de producción cuando se aplican métodos, normas ó estándares y sistemas de pago de salarios. Importante como es la función de producción, se debe recordar que otros aspectos de la empresa también contribuyen sustancialmente al costo de operación y son áreas igualmente válidas para la aplicación de técnicas de mejoramiento de los costos.

El departamento de producción de una industria puede considerarse como el corazón de la misma y si la actividad de esta sección se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. En el departamento de producción se tienen las actividades de ingeniería de métodos, estudio de tiempos y sistemas de salarios.

Si se considera al departamento de producción como el corazón de una empresa industrial, las actividades de métodos, estudio de tiempos y salarios son el corazón del grupo de fabricación. Más que en cualquier otra parte, es aquí donde se determina si un producto va a ser elaborado con base competitiva.

También es aquí donde se aplican la iniciativa y el ingenio para desarrollar herramientas, relaciones hombre-máquina y estaciones de trabajo eficientes para trabajos nuevos antes de iniciar la producción, asegurando de este modo que el producto pase las pruebas frente a la fuerte competencia. En esta fase es donde se emplea continuamente la creatividad para mejorar los métodos existentes y afirmar a la empresa en posición adelantada en su línea de productos.

4.2 DEFINICION MODERNA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

La definición de Ingeniería industrial más usada fue desarrollada en 1955 aunque la ciencia antes mencionada había existido hace ya mucho tiempo. Dicha definición según H.B. Maynard (1) es la siguiente:

"La ingeniería industrial concierne al diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipo. Basándose en el conocimiento especializado y la habilidad de las ciencias matemáticas, físicas y sociales junto con los principios y métodos del análisis y diseño de la ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de dichos sistemas".

La definición anteriormente expuesta tiene gran aceptación y el respaldo de la Sociedad Americana de Ingenieros Industriales (AIIE). Dicha definición es suficientemente amplia, para cubrir las actividades que los practicantes de esta ciencia pudieran efectuar, sin embargo no describe las actividades específicas que se conocen como actividades características de la ingeniería industrial, dichas actividades son, según la AIIE, las siguientes:

1. Selección de métodos de procesos y ensambles
2. Selección y diseño de herramientas y equipo
3. Diseño de instalaciones incluyendo distribución de edificios, máquinas y

equipo; equipo de manejo de materiales; almacenes de materia prima, de productos terminados y en proceso.

4. Diseño y/o mejoramiento de sistemas de planeación y control para la distribución de bienes y servicios, producción, inventarios, calidad, mantenimiento de planta e ingeniería y cualquier otra función.
5. Desarrollo de sistemas de control de costos tales como controles presupuestarios, análisis de costos y sistemas de costos estándar.
6. Desarrollo de producto.
7. Diseño e instalación de ingeniería de valuación y sistemas de análisis.
8. Diseño e instalación de sistema de información administrativos.
9. Desarrollo e instalación de sistemas de salarios e incentivos.
10. Desarrollo de medidas y estándares de actuación (incluyendo medición del trabajo y sistemas de evaluación).
11. Desarrollo e instalación de sistemas de evaluación de trabajo.
12. Evaluación de confiabilidad y actuación.
13. Investigación de operaciones incluyendo aspectos como análisis matemáticos, sistemas de simulación, programación lineal y teoría de decisión.
14. Diseño e instalación de sistemas de proceso de datos.
15. Sistemas, procedimientos y políticas de oficina.
16. Planeación organizacional
17. Localización de instalaciones, considerando aspectos como; mercados potenciales, fuentes de materia prima, mano de obra, financiamiento, ventajas fiscales, etc.

4.3 EL PAPEL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LAS EMPRESAS

Al llevar a cabo sus funciones el departamento de ingeniería industrial emplea lo que se conoce como el método científico. En otras palabras el ingeniero industrial recopila y analiza hechos, llega a conclusiones tentativas, compara y prueba las alternativas y finalmente llega y presenta sus descubrimientos, conclusiones y recomendaciones.

Existen básicamente dos objetivos principales del departamento de ingeniería industrial, los cuales son:

- a) Establecimiento de métodos para controlar costos de producción.
- b) Desarrollar programas para reducir dichos costos..

En la mayoría de los casos el departamento de ingeniería industrial existe primordialmente para proveer servicios especializados al departamento de producción. Dichos servicios pueden ser muchos o pocos, y normalmente incluyen funciones como, estudios de tiempo, estudio de métodos y desarrollo de programas de salarios incentivos.

4.4 INGENIERIA DE METODOS

La ingeniería de métodos se define como una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad. Inicialmente el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se efectuará el trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuado durante las etapas de planeación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto. La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo, y que permitan que este sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

4.5 DIAGRAMAS

Quando el análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación, es útil presentar en forma clara y lógica la información de los hechos relacionados con el proceso. En el inciso anterior

se vio que después de que una exploración preliminar indica la conveniencia de seguir con un estudio de métodos, el primer paso a este respecto es reunir todos los hechos necesarios relacionados con la operación y el proceso. En este inciso se presentan las técnicas que mejor presentarían la información de los hechos.

Uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero de métodos son los diagramas de proceso. Se define como diagrama de proceso a una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo.

4.5.1 Objetivos de los Diagramas de Proceso

Los diagramas de proceso proveen una descripción sistemática de un proceso ó ciclo de trabajo, con suficiente detalle para analizar el desarrollo de métodos mejores. Cada miembro de la familia del diagrama de proceso está diseñado para ayudar al analista a visualizar el procedimiento actual. Un formato estandarizado provee un lenguaje común para que muchas personas puedan juntas visualizar problemas, lo cual da como resultado un intercambio de ideas y proposiciones que pueden llegar a ser de gran ayuda. Por último se puede decir que los diagramas de proceso son excelentes herramientas para la presentación de propuestas de métodos mejorados a cualquier nivel administrativo.

4.5.2 Actividades de las Cartas de Proceso

De acuerdo con los estándares de la Carta de Operación y Flujo, adoptados por la ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) en 1947, las actividades de las cartas de procesos se clasifican en cinco grupos: Operaciones, Transportes, Inspecciones, Demoras y Almacenamientos. Las siguientes definiciones cubren cada uno de estos grupos.



OPERACION- Una operación tiene lugar cuando se alteran intencionalmente cualesquiera de las características físicas o químicas de un objeto; cuando se les separa o une a otro objeto, o cuando se le dispone para otra manipulación, transporte, inspección o almacenaje. También sucede una operación cuando se da o recibe información, o cuando tiene lugar un cálculo o planificación.



TRANSPORTE- Un transporte tiene lugar cuando se desplaza un objeto de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o son causados por el operario en el lugar de trabajo durante una operación o inspección.



INSPECCION- Se dice que tiene lugar una inspección cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar en calidad o cantidad de cualquiera de sus características.



DEMORA- La demora tiene lugar cuando las condiciones no permiten o no requieren la ejecución inmediata de la próxima acción planeada, excepto cuando estas condiciones cambian intencionalmente las características físicas o químicas del objeto.



ALMACENAJE- Se llama así al entretenimiento y protección de un objeto frente a desplazamientos no autorizados.



ACTIVIDAD COMBINADA Cuando se desea señalar actividades ejecutadas por uno o varios operarios en el mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de estas actividades; vease en la figura el círculo colocado dentro del cuadrado, para representar una operación combinada con una inspección.

Existe un patrón de cinco pasos en la resolución de un problema de producción, los cuales son:

- Paso 1 - Elegir y definir el problema
- Paso 2 - Fraccionar y visualizarlo en detalle
- Paso 3 - Cuestionarse con mente abierta
- Paso 4 - Desarrollar una propuesta de mejora
- Paso 5 - Instalar la propuesta

Los diagramas de procesos son una herramienta utilizada para efectuar el Paso 2.

4.5.2 Tipos de Diagramas

En el análisis de métodos se usan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas. Ellos son:

1. Diagrama de operaciones
2. Diagrama de proceso o flujo
3. Diagrama de recorrido de actividades
4. Diagrama de hombre-máquina
5. Diagrama de proceso para grupo
6. Diagrama de mano izquierda y derecha
7. Diagrama de viajes de material
8. Diagrama PERT

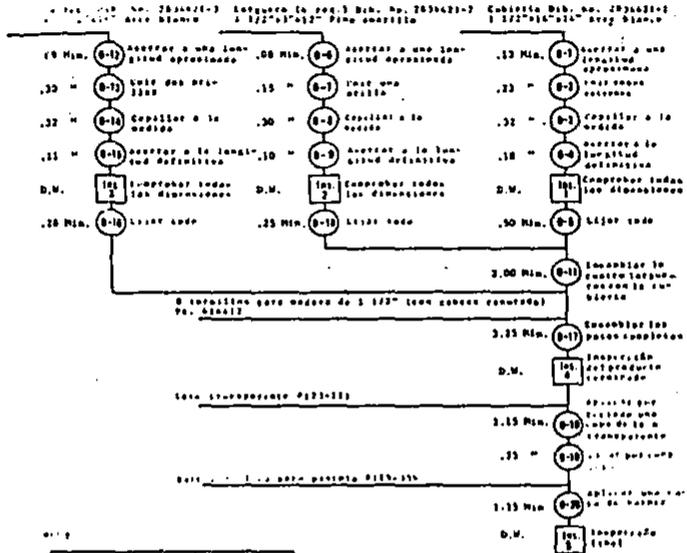
Los diagramas de operaciones y de curso de proceso, el diagrama PERT y el diagrama de recorrido de actividades se emplean principalmente para exponer un problema.

A continuación daremos una breve explicación de cada uno de los diagramas citados anteriormente.

Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar

Fabricación tipo 2834421 Masas para telefono Metodo actual
 Parte No 2834421 Dib No SA284421
 Trazado por B.W.M. 4-17-



Operación	Tiempo	Suma
Operación 0-12	19	19.00
Operación 0-13	30	49.00
Operación 0-14	32	81.00
Operación 0-15	11	92.00
Operación 0-16	28	120.00
Operación 0-17	3.00	123.00
Operación 0-18	2.15	125.15
Operación 0-19	.25	125.40
Operación 0-20	1.15	126.55
Operación 0-21	1.15	127.70
Operación 0-22	1.15	128.85
Operación 0-23	1.15	130.00
Operación 0-24	1.15	131.15
Operación 0-25	1.15	132.30
Operación 0-26	1.15	133.45
Operación 0-27	1.15	134.60
Operación 0-28	1.15	135.75
Operación 0-29	1.15	136.90
Operación 0-30	1.15	138.05
Operación 0-31	1.15	139.20
Operación 0-32	1.15	140.35
Operación 0-33	1.15	141.50
Operación 0-34	1.15	142.65
Operación 0-35	1.15	143.80
Operación 0-36	1.15	144.95
Operación 0-37	1.15	146.10
Operación 0-38	1.15	147.25
Operación 0-39	1.15	148.40
Operación 0-40	1.15	149.55
Operación 0-41	1.15	150.70
Operación 0-42	1.15	151.85
Operación 0-43	1.15	153.00
Operación 0-44	1.15	154.15
Operación 0-45	1.15	155.30
Operación 0-46	1.15	156.45
Operación 0-47	1.15	157.60
Operación 0-48	1.15	158.75
Operación 0-49	1.15	159.90
Operación 0-50	1.15	161.05
Operación 0-51	1.15	162.20
Operación 0-52	1.15	163.35
Operación 0-53	1.15	164.50
Operación 0-54	1.15	165.65
Operación 0-55	1.15	166.80
Operación 0-56	1.15	167.95
Operación 0-57	1.15	169.10
Operación 0-58	1.15	170.25
Operación 0-59	1.15	171.40
Operación 0-60	1.15	172.55
Operación 0-61	1.15	173.70
Operación 0-62	1.15	174.85
Operación 0-63	1.15	176.00
Operación 0-64	1.15	177.15
Operación 0-65	1.15	178.30
Operación 0-66	1.15	179.45
Operación 0-67	1.15	180.60
Operación 0-68	1.15	181.75
Operación 0-69	1.15	182.90
Operación 0-70	1.15	184.05
Operación 0-71	1.15	185.20
Operación 0-72	1.15	186.35
Operación 0-73	1.15	187.50
Operación 0-74	1.15	188.65
Operación 0-75	1.15	189.80
Operación 0-76	1.15	190.95
Operación 0-77	1.15	192.10
Operación 0-78	1.15	193.25
Operación 0-79	1.15	194.40
Operación 0-80	1.15	195.55
Operación 0-81	1.15	196.70
Operación 0-82	1.15	197.85
Operación 0-83	1.15	199.00
Operación 0-84	1.15	200.15
Operación 0-85	1.15	201.30
Operación 0-86	1.15	202.45
Operación 0-87	1.15	203.60
Operación 0-88	1.15	204.75
Operación 0-89	1.15	205.90
Operación 0-90	1.15	207.05
Operación 0-91	1.15	208.20
Operación 0-92	1.15	209.35
Operación 0-93	1.15	210.50
Operación 0-94	1.15	211.65
Operación 0-95	1.15	212.80
Operación 0-96	1.15	213.95
Operación 0-97	1.15	215.10
Operación 0-98	1.15	216.25
Operación 0-99	1.15	217.40
Operación 1-00	1.15	218.55

Fig. 4.1 Diagrama de Operaciones

en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal, así mismo todos los detalles de fabricación, como son ajustes, tolerancias y especificaciones.

Se utilizan dos símbolos; círculo para operaciones y cuadrado para inspecciones.

Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que entran con las líneas de flujo verticales para indicar la introducción del material, ya sea proveniente de compras o sobre el que ya se ha hecho algún trabajo durante el proceso. El diagrama de operaciones ya terminado ayuda a visualizar en todos sus detalles el método presente, pudiendo así vislumbrar nuevos y mejores procedimientos. Además el diagrama ayuda a promover y explicar un método propuesto determinado. Como proporciona claramente una gran cantidad de información, es un medio de comparación ideal entre dos soluciones competidoras. La Fig. 4.1 representa el formato que se debe de seguir en la elaboración de un diagrama de operaciones.

Diagrama de curso (o flujo) de proceso

Este diagrama contiene, en general, mucho más detalle que el de operaciones, por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos perfo dos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y atrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. En este diagrama intervienen todos los símbolos explicados anteriormente, es decir, existen además de operaciones e inspecciones almacenamientos, transportes y demoras. Pudiendo en algún momento dado efectuarse operaciones combinadas, las cuales podrán ser representadas como se mencionó anteriormente.

Puesto que el diagrama de flujo de proceso corresponde solo a una pieza ó artículo y no a un ensamble o conjunto, puede elaborarse un diagrama más nitidamente empezando en el centro de la parte superior del papel. Primero se traza una línea horizontal de material, sobre la cual se escribe el número de la pieza y su descripción, así como el material con el que se procesa. Se traza luego una corta línea vertical de flujo al primer símbolo de evento. Inmediatamente a la derecha del símbolo se anota una breve descripción de este, a la izquierda se anota el tiempo requerido del evento y en caso de haber sido un transporte, el evento, se anota la distancia recorrida por él. Se continúa este procedimiento de diagramación registrando todas las operaciones, inspecciones, transportes, demoras, almacenamientos permanentes y almacenamientos temporales, que ocurran durante el procesado de una pieza o parte. Se numeran cronológicamente para futuras referencias todos los eventos, utilizando una serie particular para cada clase de evento. El símbolo de transporte se emplea para indicar el sentido de la circulación. Así cuando hay flujo en línea recta se coloca el símbolo con la flecha apuntando a la derecha del papel. Cuando el proceso se invierte o retrocede, el cambio de sentido ó dirección se señala dibujando la flecha de modo que apunte a la izquierda. Los trayectos de 1.50 mts. ó menos, no se registran comunmente, aunque podría hacerse esto si el analista cree que incurrirán considerablemente en el costo total del método que se estudia.

Es importante indicar en el diagrama todas las demoras y tiempos de almacenamiento, no basta con indicar que tiene lugar un retraso o un almacenaje. Cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento ó retraso de una pieza, tanto mayor será el incremento en el costo acumulado y, por tanto, es de importancia saber que tiempo corresponde a la demora o al almacenamiento.

El método más económico para determinar la duración de los retrasos y los almacenamientos consiste en marcar varias piezas o partes con gis indicando la hora exacta en que fueron almacenadas o demoradas. Después hay que inspeccionar periódicamente la sección para ver cuando regresaron a la producción las partes marcadas. El analista obtendrá valores de tiempo suficientemente exactos, si considera un cierto número de casos, registra el tiempo transcurrido y promedia luego los resultados.

Este diagrama como el diagrama de operaciones no es un fin en sí, sino solo un medio para lograr una meta. Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente. Una vez que el analista ha elaborado el diagrama de curso de proceso, debe empezar a formular las preguntas o cuestiones basadas en las consideraciones de mayor importancia para el análisis de operaciones. En el caso de este diagrama, se debe dar especial consideración a:

1. Manejo de Materiales
2. Distribución de Equipo en la Planta
3. Tiempo de Retrasos
4. Tiempo de Almacenamientos

Al analista le interesa principalmente mejorar lo siguiente: primero, el tiempo de cada operación, inspección, movimiento, retraso y almacenamiento; y segundo, la distancia recorrida cada vez que se transporta el componente.

Para eliminar o reducir al mínimo los tiempos de retraso y almacenamiento a fin de mejorar las entregas a los clientes, así como para reducir costos, el

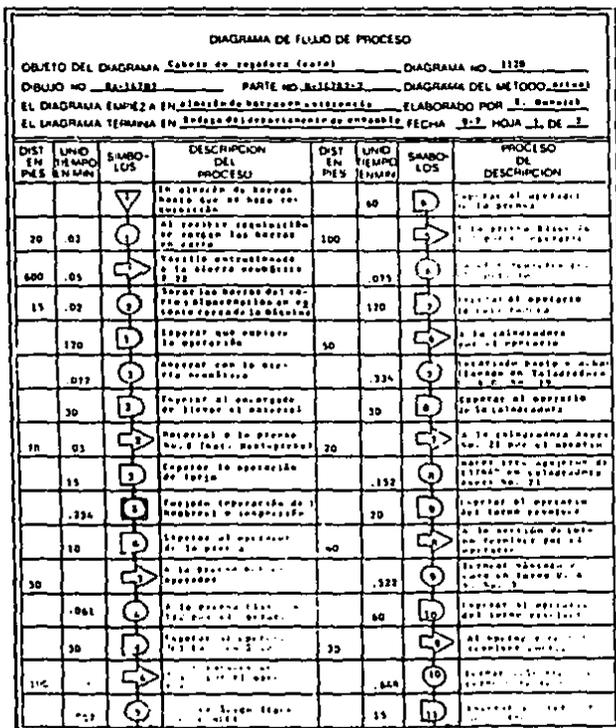
analista debe considerar estas preguntas de comprobación al estudiar el trabajo:

1. ¿Con qué frecuencia no se entrega la cantidad completa de material a la operación?
2. ¿Qué se puede hacer para programar la llegada de materiales con objeto de que lleguen en cantidades más regulares?
3. ¿Cuál es el tamaño más eficiente de lote o cantidad de piezas en fabricación?
4. ¿Cómo pueden reorganizarse los programas para que se tengan ciclos o períodos de producción más largos?
5. ¿Cuál es la mejor sucesión o secuencia de programación de los pedidos teniendo en cuenta el tipo de operación, las herramientas requeridas, colores, etc.?
6. ¿Cómo se pueden agrupar operaciones de grupo semejantes de manera que puedan efectuarse al mismo tiempo?
7. ¿Cuánto pueden reducirse con una programación mejorada los tiempos muertos y el tiempo extra de trabajo?
8. ¿A qué se deben las operaciones de mantenimiento de emergencia y los pedidos urgentes?
9. ¿Cuánto tiempo de almacenamiento y retraso se puede ahorrar estableciendo horarios más regulares al trabajar ciertos productos en determinados días?
10. ¿Qué programas alternos pueden idearse para utilizar los materiales con mayor eficiencia?
11. ¿Valdría la pena acumular operaciones de recoger, entregar o enviar?
12. ¿Cuál es el departamento apropiado para hacer el trabajo de modo que pueda efectuarse donde hay la misma clase de trabajos y se pueda economizar así un traslado, un retraso o un almacenamiento?
13. ¿Qué información falta en los pedidos hechos a la fábrica que pudieran ocasionar un retraso o almacenamiento?
14. ¿Cuánto tiempo se pierde en cambiar turnos a horas diferentes en departamentos relacionados?
15. ¿Cuáles son las interrupciones frecuentes del trabajo y como deberían eliminarse?

18. ¿Cuánto tiempo pierde un obrero esperando o no recibiendo las instrucciones, copias de dibujos o especificaciones apropiadas?
19. ¿Cuántas veces ocasionan suspensiones del trabajo los pasillos congestionados?
20. ¿Qué mejoras se pueden hacer en la localización de puertas y pasillos, y haciendo pasillos que reduzcan los retrasos?

Las preguntas específicas de comprobación que debe formular el analista para acortar las distancias recorridas y reducir el tiempo de manejo de material, son las siguientes:

1. ¿Se está practicando la tecnología de grupos de productos para reducir el número de preparaciones y permitir mayores corridas o ciclos de producción? La tecnología de grupos de productos es la clasificación de productos diferentes en configuraciones geométricas y tamaños similares a fin de aprovechar la economía en manufactura proporcionada por producción en grandes cantidades.
2. ¿Puede una instalación reubicarse económicamente para reducir las distancias recorridas?
3. ¿Qué puede hacerse para reducir el manejo de materiales?
4. ¿Cuál es el equipo adecuado para manipulación de materiales?
5. ¿Cuánto tiempo se pierde en llevar y traer materiales de la estación de trabajo?
6. ¿Se debería considerar el agrupamiento de productos en vez del agrupamiento de proceso?
7. ¿Qué puede hacerse para aumentar el tamaño de la unidad de material manipulado a fin de reducir el manejo, el desperdicio y los tiempos muertos?
8. ¿Cómo se podría mejorar el servicio de ascensores o elevadores?
9. ¿Qué podría hacerse acerca de los pasadizos y pasajes para vehículos a fin de acelerar el transporte?
10. ¿Cuál es la posición más apropiada en que debe colocarse el material para reducir la cantidad de manipulación requerida por un operario?
11. ¿Cómo podría utilizarse la entrega o traslado por gravedad?



-Fig. 4.2 Diagrama de Flujo

Es difícil mejorar un método a menos que se conozcan todos los hechos relacionados con el mismo. La inspección casual de una operación no proporcionará la información necesaria para llevar a cabo un trabajo concienzudo de mejoramiento de métodos. El empleo inteligente de este diagrama se traducirá en mejoras valiosas. La figura 4.2 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo.

Diagrama de recorrido de actividades

El diagrama de recorrido de actividades es un esquema de distribución en planta de los pisos y edificios que muestra la localización de todas las actividades que aparecen en un diagrama de proceso. El curso de los movimientos de materiales que se ha representado en el diagrama de proceso, se traza sobre el diagrama de recorrido por medio de líneas o hilos. Cada actividad se localiza e identifica en el diagrama de recorrido por símbolos y números correspondientes a los que se presenten en el diagrama de proceso. La dirección del movimiento se indica colocando la flecha de forma que apunte hacia la dirección de progresión. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza, se puede utilizar un color diferente para cada una.

El diagrama de recorrido será un complemento necesario del diagrama de proceso cuando el movimiento representa un factor importante. Señala retrocesos, recorridos excesivos y puntos de congestión de tráfico, e indica el camino para una mejor distribución. En la fig 4.3 se puede apreciar un diagrama de este tipo.

Diagrama de interrelación hombre-máquina

En tanto que los diagramas de operación y flujo de proceso se usan principalmente para explicar un proceso o serie de operaciones completo, el diagrama de hombre-máquina se emplea para estudiar, analizar y mejorar solo una estación de trabajo cada vez. Este diagrama indica la relación exacta en tiempo entre el

ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina. Con estos hechos claramente expuestos, existen posibilidades de una utilización completa de los tiempos de hombre y de máquina y un mejor equilibrio del ciclo de trabajo.

Puesto que los diagrama de hombre-máquina se trazan siempre a escala, el analista deberá seleccionar a continuación una escala de tiempos adecuada, de manera que la representación se disponga en forma bien proporcionada en la hoja. Cuanto mayor es el ciclo de operación representado, tanto menor deberá ser la longitud elegida para una fracción decimal de minuto. Una vez que han sido establecidos valores exactos para la distancia representativa por unidad de tiempo, el analista podrá empezar la gráfica. Al lado izquierdo de la hoja se indican las operaciones y tiempos correspondientes al operario, y a la derecha del tiempo de este se muestran gráficamente el tiempo de trabajo y el tiempo muerto de la máquina, ó máquinas según el caso. El tiempo de trabajo del obrero se representa con una recta vertical continua. La interrupción ó discontinuidad de tal línea representa el tiempo muerto del operario. Del mismo modo, una recta vertical continua bajo el nombre de cada máquina representa el tiempo de trabajo de máquina, y la interrupción de dicha línea vertical indica su tiempo muerto. Los tiempos de carga y descarga se indican con trazo punteado bajo la columna de la máquina, indicando así que esta última no está inactiva ni se está efectuando trabajo de producción por el momento.

Todos los elementos de tiempo de ocupación y tiempo de inactividad se grafican hasta la terminación del ciclo. Al pie del diagrama se indican el tiempo de trabajo y el tiempo muerto totales del operario. Del mismo modo se registran los tiempos totales de trabajo y muerto de cada máquina. El tiempo productivo más el tiempo inactivo del hombre, tiene que ser igual a la suma de los tiempos respectivos de su máquina.

Se observará que son necesarios valores de tiempo elementales exactos antes de que se pueda configurar el diagrama hombre-máquina. Estos valores de tiempo deberán representar tiempos estandares que incluyan un margen aceptable para

tener en cuenta la fatiga, retrasos inevitables y demoras personales. En ningún caso se usarán lecturas de cronómetros globales en la construcción de estos diagramas.

El diagrama completo de hombre-máquina muestra claramente las áreas en las que ocurren tanto tiempos muertos de máquina y de hombre. Estas regiones son generalmente un buen lugar para empezar a originar mejoras efectivas. El analista elaborará un diagrama de esta clase cuando su investigación preliminar revele que el ciclo de trabajo del operario es algo más corto que el ciclo de operación de la máquina. Después de trazado un diagrama el sitio más lógico para considerar posibles mejoras es en la posición de inactividad del ciclo del operario. Considerando el monto de este tiempo, debe investigarse la posibilidad de asignar al trabajo una responsabilidad adicional de operar una segunda máquina o de efectuar algún otro trabajo en dicho período inactivo. Un ejemplo de este tipo de diagramas se puede ver en la fig. 4.4

Diagrama de proceso para grupo

Este diagrama de proceso es, en cierto sentido, una adaptación del de hombre-máquina. Después de terminar un diagrama de proceso de hombre-máquina, el analista debe estar en condiciones de calcular el número más económico de máquinas a atender por un operario. Sin embargo, varios procesos y máquinas son de tal magnitud que no es cuestión de cuantas máquinas debe operar un trabajador, sino de cuantos operarios se necesitan para operar eficientemente una máquina. El diagrama de proceso correspondiente muestra la relación exacta entre el ciclo de inactividad y de operación de la máquina, y el tiempo muerto y efectivo por ciclo de los operarios que la atienden. Este diagrama señala claramente las posibilidades de mejorar por reducción de los tiempos muertos de hombre y de máquina.

Al lado izquierdo del papel se indican las operaciones que se efectúan en la máquina o en el proceso. Inmediatamente a la derecha de la descripción de la operación se representa gráficamente el tiempo de carga, el tiempo de operación y el tiempo muerto. Luego más a la derecha el tiempo de operación y el tiempo muerto de cada operario que participe en el proceso se ilustran por líneas de flujo en dirección vertical. Una línea continua vertical indica que se realiza trabajo productivo, mientras que una línea punteada correspondiente a una máquina, señala que se efectúan operaciones de carga y descarga. Una interrupción en una línea vertical de flujo indica tiempo muerto, y el largo de separación corresponde a su duración. En el caso de los operarios, las líneas verticales continuas indican que se realiza trabajo, en tanto que las interrupciones en ellas representan los tiempos de inactividad.

El analista por lo general traza el diagrama de proceso para cuadrillas cuando su investigación inicial de una operación dada indica que un número de los trabajadores mayor que el necesario está siendo utilizado para operar una máquina o proceso. Si este fuera el caso, encontrará que el diagrama de proceso para grupo de operarios es un medio muy útil para determinar el número exacto de obreros necesarios para atender eficazmente una máquina o un proceso. Una vez trazado el diagrama, las horas de tiempo muerto de hombre pueden ser analizadas para determinar la posibilidad de utilizar un operario para que efectúe las tareas que normalmente ejecutan dos ó más. Mediante el trazo y el empleo de diagrama de referencia, el equipo puede operarse a su capacidad, los costos de mano de obra se reducirán, y el estado de ánimo de los obreros mejorará como resultado de la distribución equitativa de las tareas o asignaciones de trabajo. Lo anterior se puede observar claramente en la fig. 4.5.

Diagrama de mano izquierda y mano derecha

Este tipo de diagrama es, en efecto, un instrumento para el estudio de movimientos (debido a lo anterior y viendo que será de poca utilidad para efec

Diagrama de proceso para operario correspondiente a una operación de ensamble de abrazaderas de cable.

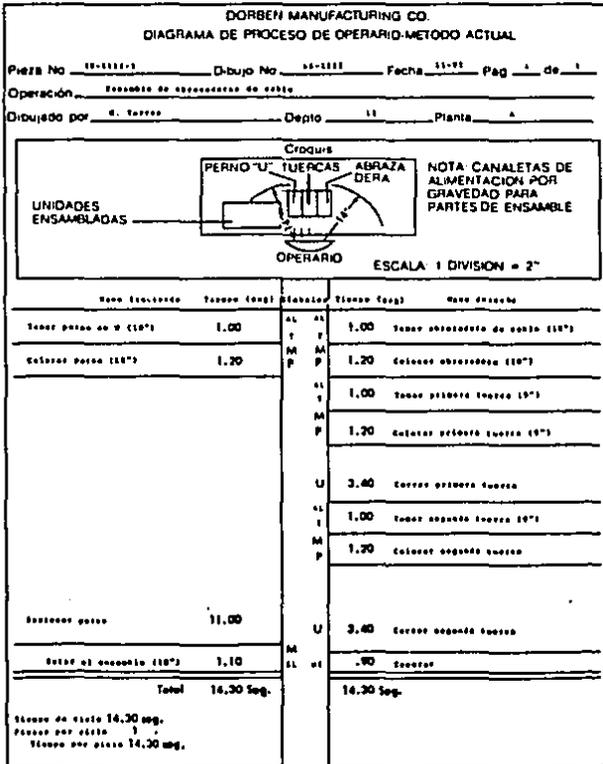


Fig. 4.6 Diagrama de Mano Izquierda y Mano Derecha

to del trabajo a realizar, se dará únicamente una breve explicación de lo que es el diagrama). Presenta todos los movimientos y pausas realizadas por la mano derecha y la izquierda y las relaciones entre las divisiones básicas relativas de la ejecución del trabajo realizada por las manos. El objeto del diagrama de proceso del operario es poner de manifiesto una operación dada con los detalles suficientes, de modo que se pueda mejorar mediante un análisis. Generalmente no resulta práctico llevar a cabo un estudio detallado del diagrama de proceso del operario, a menos que se trate de una operación manual altamente repetitiva. Por medio del análisis de movimientos del diagrama citado, se descubrirán patrones de movimientos ineficientes y se notarán fácilmente las violaciones a las leyes de la economía de movimientos. Este medio gráfico facilitará el cambio de un método a fin de lograr una operación equilibrada de ambas manos y que se reduzcan o eliminen los movimientos inefectivos. El resultado será un ciclo de trabajo más regular y rítmico que ayudará a minimizar las demoras y la fatiga del operario (ver fig. 4.6)

Diagramas de recorrido del material

Este diagrama es de gran utilidad para efectuar una distribución del equipo o un análisis del manejo de materiales. Este medio ayuda a resolver problemas relacionados con la disposición de departamentos y áreas de servicios, así como con la ubicación de equipo en un sector dado de la fábrica. El diagrama de recorrido de material presenta en forma de matriz la magnitud del manejo de materiales que ocurre entre dos instalaciones ó áreas de trabajo. La unidad utilizada para evaluar la cantidad de manejo puede ser cualquiera que considere como más apropiada el analista que realice el estudio. Pudieran ser kilogramos, toneladas, frecuencia de manejo, etc. Hay que advertir que el diagrama de viajes tendría aplicación solo en las distribuciones de equipo del tipo de proceso.

Diagrama Pert

PERT(Program Evaluation and Review Technique) Técnica para Evaluación y Revisión de Programas es una técnica utilizada para la medición y control del desarrollo de una proyecto, la cual fue desarrollada en la ejecución del proyecto Polaris en 1958 para la oficina de proyectos especiales de la Marina de los Estados Unidos junto con la Lockheed Aircraft Corporation y en colaboración con la Bozz, Allen and Hamilton. Posteriormente la industria ha adoptado PERT para ayudar en la administración de proyectos que incluyen muchas actividades interrelacionadas.

Este diagrama es un medio de pronóstico de planeación y control que revela el camino óptimo a seguir para llegar a un objetivo predeterminado por lo general en términos de tiempo. A menudo el analista de métodos puede utilizar el diagrama PERT para mejorar los programas desde el punto de vista de la reducción de costos y/o la satisfacción del cliente.

Uno de los principales objetivos de PERT es el determinar la probabilidad de cumplir con fechas límites específicas. PERT además identifica aquellas actividades que pueden ser cuellos de botella y en las que, por lo tanto se debe vigilar más estrictamente, el estar dentro de itinerario. Otro objetivo es la evaluación del efecto de un cambio de recursos de aquellas actividades menos críticas hacia los probables cuellos de botella, y el evaluar el efecto de las desviaciones respecto del programa PERT construye una red con las actividades del proyecto para retratar gráficamente las interrelaciones que existen entre los elementos del proyecto. Esta representación como red, muestra todas las relaciones de precedencia referentes al orden en el que deben efectuarse las tareas. Cada rama de la red de un proyecto representa una actividad. Cada nodo representa un evento que comunmente se define como el punto en el tiempo cuando todas las actividades que conducen hacia ese nodo se completan. Las puntas de flechas indican las sucesiones en las que deben lograrse los eventos. En ocasiones se crean actividades ficticias, que se indican mediante líneas punteadas, que muestran únicamente relaciones de precedencia.

ESTR DE TESIS
SALIR DE LA BIBLIOTECA
EN MES DE

Al utilizar el PERT para programación el analista proporcionará generalmente dos o tres estimaciones de tiempo para cada actividad. Dichas estimaciones son:

- a) El tiempo más probable que trata de representar la estimación más realista del tiempo que la actividad puede consumir.
- b) El tiempo optimista, que representa el tiempo en el cual la actividad puede ser completada si todo marcha excepcionalmente bien.
- c) El tiempo pesimista que representa el mayor tiempo que pudiese necesitar la actividad bajo las más adversas circunstancias.

Con estas estimaciones se puede obtener una distribución de probabilidad del tiempo necesario para realizar la actividad. El tiempo mínimo necesario para llevar a cabo el proyecto total correspondería al trayecto más largo desde el nodo inicial hasta el nodo final. Este trayecto recibe el nombre de ruta crítica y es la que establece el tiempo mínimo del proyecto. Existe siempre por lo menos un camino crítico en cualquier proyecto, sin embargo más de uno puede reflejar el tiempo mínimo necesario. Este es el significado subyacente en el concepto de las rutas críticas. Es claro que las actividades que no se hallan en una ruta crítica tienen una cierta flexibilidad de tiempo. Esta flexibilidad, o libertad de tiempo, se denomina flotación. La cantidad de flotación se calcula restando el tiempo normal del tiempo disponible. Por tanto, la flotación es la cantidad de tiempo en que puede alargarse una actividad no crítica sin que se retrase la fecha de terminación de la obra o proyecto.

4.6 Conclusiones

El analista de métodos debe familiarizarse bien con los diferentes diagramas de procesos a fin de que este capacitado para aprovechar estos valiosos instrumentos en la resolución de problemas. Así como existen diversos tipos de

herramientas para efectuar un trabajo determinado hay también diversos diseños de diagramas que ayudarán a resolver un problema dado de ingeniería.

Sin embargo para determinar una solución específica un cierto diagrama puede tener ventajas sobre otro. El analista debe saber las funciones o utilidades específicas de cada diagrama de proceso, y emplear solamente aquellos que necesite para resolver un problema concreto.

BIBLIOGRAFIA

Grant Eugene, "Manual de Ingeniería Económica y Organización Industrial", Editorial CECSA, 2a. Edición, 1982, México, págs. 227-279.

Maynard H. B., "Industrial Engineering Handbook", Editorial McGraw - Hill, 3a Edición, New York, 1971, págs.

Niebel B., "Ingeniería Industrial", Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería, 2a. Edición, México, 1976, págs. 20-37.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Maynard H. B., "Industrial Engineering Handbook". Editorial McGraw Hill, 3a. Edición, New York, 1971 pág. 15

CAPITULO V
MEDICION DEL TRABAJO

- 5.1 Introducción**
- 5.2 Estudio de Tiempos**
 - 5.2.1 Definición y Aplicaciones**
 - 5.2.2 Equipo**
 - 5.2.3 Método para Efectuar el Estudio de Tiempos**
- 5.3 Conclusiones**

CAPITULO V
MEDICION DEL TRABAJO

5.1 INTRODUCCION

Se ha tratado desde hace mucho tiempo de determinar la manera de medir el trabajo que el ser humano efectúa, esto ha ido evolucionando poco a poco, hasta tener hoy en día formas bastante complejas y exactas para determinar la cantidad de trabajo realizado.

Podemos mencionar como antecedentes a la medición del trabajo científico las dos etapas siguientes:

1. Medición Estimada
2. Medición en Base a Resultados Anteriores (Antecedentes)

En el primer caso, teníamos un método en el cual el patrón ó una persona conocedora del trabajo medía el trabajo y estimaba la capacidad de producción que tenía su empresa.

En el segundo caso, tenemos que el criterio principal para medir el trabajo y determinar la capacidad de una planta basada en lo que la empresa ha bfa logrado en épocas anteriores. Como se puede ver, esta forma de medir el trabajo tenía grandes probabilidades de falla, así como un grado de inexactitud bastante alto, ya que carecía de alguna base científica que pudiera respaldar los resultados y la metodología que se seguía.

Viendo este problema, los ingenieros industriales han desarrollado varios métodos científicos, con los cuales se han podido efectuar mediciones del trabajo de una manera más exacta y con bases más firmes para poder dar resultados.

Existen básicamente tres métodos científicos para la medición del trabajo:

- a) Estudio de Tiempos
- b) Sistema de Tiempos Predeterminados
- c) Muestreo de Trabajo

5.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

5.2.1 Definición

Según Ralph Barnes (1) un estudio de tiempos se define de la siguiente manera:

"El estudio de tiempos es empleado para determinar el tiempo requerido por un operador calificado y bien entrenado, trabajando a ritmo normal para hacer un trabajo específico" pudiera ser que otros autores tuvieran esta definición con diferentes palabras, sin embargo, en esencia todos llegan a lo mismo.

Cabe mencionar que el estudio de tiempos abarca la medición del trabajo y no el diseño de la forma de llevarlo a cabo, como pudiera ser un estudio de movimientos.

Aplicaciones

A pesar de que en un principio el estudio de tiempos tuvo su mayor uso ó aplicación en relación a salarios incentivos, éste, así como los demás métodos de medición del trabajo son usados actualmente para muchos otros propósitos, entre los cuales podemos mencionar:

1. Determinar programas y planes de trabajo.
2. Determinar costos estándar y como ayuda en la preparación de presupuestos.
3. Estimar el costo de un producto, antes de manufacturarlo. Esta información es de gran utilidad al preparar cotizaciones y determinar precios de venta.
4. Determinar efectividad de maquinaria, número de máquinas con las cuales una persona puede operar y como una ayuda para balancear líneas de trabajo.

5. Determinar tiempos estándar para ser usados como base para el sistema de salarios incentivos a trabajo directo e indirecto.
6. Determinar tiempos estándar para ser usados como una base del control de costo del trabajo.

5.2.2 Equipo

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudios de tiempos incluye:

1. Cronómetro
2. Tablero de Estudio de Tiempos
3. Forma para Estudio de Tiempos
4. Calculadora.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos para medir que se han venido usando con éxito y que ofrecen algunas ventajas sobre el cronómetro son:

- a) Colectores y computadoras electrónicas de datos
- b) Registros eléctricos y mecánicos de tiempos

5.2.3 Método para Efectuar un Estudio de Tiempos

El procedimiento utilizado, para hacer estudios de tiempo puede variar dependiendo de el tipo de operación que se estudia y la aplicación que se piensa hacer de los datos obtenidos. Sin embargo, generalmente se siguen los siguientes pasos:

1. Recopilar toda la información que sea posible respecto a la operación y el operador que va a ser estudiado.
2. Dividir la operación en elementos y hacer una descripción completa de la operación.

3. Observar y registrar el tiempo utilizado por el operador.
4. Determinar el número de ciclos a los cuales se les debe tomar el tiempo.
5. Evaluar la actuación de el operador.
6. Checar.
7. Determinar tolerancias.
8. Determinar el tiempo estándar para la operación.

El analista debe de tener conocimiento de estudio de movimientos para que vea que las diferentes operaciones a analizar se efectúan de manera óptima, además las operaciones deben de estar estandarizadas, es decir, seguir ciertos patrones preestablecidos para que los tiempos estándar que lleguen a determinar se tengan validez.

Es importante el dar una explicación más amplia de las diferentes etapas que se siguen al elaborar un estudio de tiempos:

1. RECOPIRAR INFORMACION

Es de suma importancia el que el analista recopile todo tipo de información referente a la operación analizar. El analista debe de obtener información referente a la parte, el material, clientes, número de orden, tamaño de lote, etc., para poder identificar perfectamente la pieza. Inclusive de ser posible deberá de hacerse un bosquejo tanto de la pieza como de la estación de trabajo. Por último debe también registrarse toda la información referente a la máquina utilizada como sería: marca, tipo, clase, tamaño, modelo, etc.

2. DIVIDIR LA OPERACION EN ELEMENTOS Y REGISTRAR UNA DESCRIPCION DEL METODO A UTILIZAR

El tiempo estándar obtenido en el estudio no se aplica solamente a esa operación en particular, por lo que se requiere registrar el método utilizado en la hoja de observación. La importancia de esta descripción no debe de pasar se por alto, ya que pudiera darse el caso de que en un futuro después de haber

efectuado el estudio de tiempos y el tiempo estándar. de dicha operación, el departamento encargado del estudio puede checar si la operación está siendo realizada en la misma manera que se efectuaba al momento de haber hecho el estudio.

El registrar el tiempo de la operación completa es pocas veces suficiente y no puede ser de gran utilidad en varios casos. Existen varias razones para dividir una operación en diferentes elementos y posteriormente tomar el tiempo a cada una de ellas, entre estas podemos señalar las que menciona Ralph Barnes:

1. Una de las mejores maneras para describir una operación es la de dividir en elementos definidos y medibles y describir a cada uno de ellos por separado. Aquellos elementos de la operación que ocurren regularmente son generalmente listados primero y posteriormente los restantes.

En muchas ocasiones es necesario el preparar una descripción detallada de los elementos de la operación en una hoja aparte y adjuntarla a la hoja de observaciones. El principio y fin de cada elemento debe de estar perfectamente definido.

A menudo elementos tomados del estudio de tiempos pueden servir como práctica estándar para la operación, además una lista de estos elementos puede ser utilizada durante el entrenamiento de operadores nuevos.

2. Los valores de los tiempos estándar pueden ser determinados para los elementos de trabajo. Dichos estandares hacen posible la determinación del tiempo total estándar de la operación.
3. Un estudio de tiempos puede enseñar que se está utilizando demasiado tiempo para efectuar ciertos elementos del trabajo, ó que en otros el tiempo utilizado es poco. Además es más fácil el apreciar que una misma operación esta siendo efectuada de maneras diferentes, cosa que sería más difícil de localizar si el estudio abarcára a la operación completa.

4. Un operador puede tener diferente ritmo y consistencia a lo largo de un ciclo. Un estudio de tiempos con elementos de cada operación permite el calificar de manera diferente a cada elemento del trabajo.

Reglas para Dividir una Operación en Elementos

Cualquier trabajo manual puede ser dividido en movimientos manuales básicos o "therbligs", sin embargo, estas subdivisiones son demasiado cortas para ser cronometradas, por lo que algunas de ellas deben de ser agrupadas en elementos, cuya longitud sea lo suficientemente larga para que se le pueda cronometrar. Existen tres reglas básicas para dividir una operación en elementos:

1. Los elementos deben de ser lo más cortos posible según puedan ser cronometrados.
2. El tiempo de trabajo manual debe ser separado del tiempo máquina.
3. Elementos constantes deben de ser separados de elementos variables.

3. OBSERVAR Y REGISTRAR EL TIEMPO UTILIZADO POR EL OPERADOR

Existen básicamente tres formas de leer el cronómetro, las cuales son:

- a) Lecturas Continuas
- b) Lecturas Repetitivas
- c) Lecturas Acumulativas

Los dos primeros métodos son de mayor uso que el último, por lo cual solo nos referiremos a estos dos.

Lecturas Continuas

En este método el analista empieza el cronómetro en el principio del primer elemento de la operación y permite que este corra continuo durante el período de el estudio. El observador ve la lectura del cronómetro al final de cada elemento y registra esta lectura en la hoja de observaciones.

Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos, la razón más significativa de todas es probablemente la de que este tipo de estudio presenta un registro completo de todo el período de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta.

Sin embargo, esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio.

Lecturas Repetitivas

En este método, también conocido como el de regresos a cero, las manecillas del cronómetro son regresadas a cero al final de cada elemento. Al principio del primer elemento el observador regresa la manecilla a cero, mientras que la manecilla moviéndose hacia adelante empieza instantaneamente a medir el tiempo del primer elemento. Al final del primer elemento el observador lee el cronómetro, regresa la manecilla a cero y luego registra la lectura. Este método proporciona directamente el tiempo de los elementos sin tener que hacer restas como en el caso de las lecturas continuas, y los datos registrados en la hoja de observación son los leídos directamente del cronómetro.

Mucha gente piensa que existe una tendencia por el observador de omitir retrasos, elementos extraños o movimientos falsos del operador al haber regresado el cronómetro a cero y detenerlo un tiempo así mientras el operador empieza de nuevo la operación.

Sin embargo, este criterio de crítica para el método de lecturas repetitivas no es válido, ya que el analista debe de estar entrenado para cronometrar y registrar todos los elementos que ocurren durante el estudio.

La ventaja principal del método de lecturas repetitivas, sobre el método de lecturas continuas es el de tener los tiempos directos de cada elemento visibles en la hoja de observación y de que el operador puede ver las variaciones de los tiempos mientras el estudio es efectuado.

Sin embargo tiene ciertas desventajas como son:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla, por lo tanto se introduce un error acumulativo en el estudio.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min. o menos)
3. Se propicia el descuido de parte del analista de tiempos.

Registro del Tiempo de Cada Elemento

Al anotar las lecturas de cronómetro, el analista registra solamente los dígitos o cifras necesarias y omite el punto decimal, teniendo así el mayor tiempo posible para observar la actuación del operario.

Ejemplo: Si se utilizó un cronómetro con decimales de minuto, y el punto terminal del primer elemento ocurre a 0.08 min., al analista anotará solamente el dígito 8 en la columna de lectura de la forma impresa de lectura de tiempos.

La manecilla pequeña del medidor indicará el número de minutos transcurridos de modo que el observador puede recurrir a ella periódicamente, para verificar la primera cifra correcta a registrar después de que la manecilla grande pase por cero.

El observador durante el estudio efectuado, encontrará variaciones en la sucesión de los elementos que estableció originalmente y, en ocasiones, a él

mismo le pasarán inadvertidos algunos puntos terminales específicos.

Cuando al operador se le escape hacer una lectura, inmediatamente deberá indicarlo con una "E", en la columna de lecturas de la forma impresa. En ningún caso deberá hacer una aproximación y tratar de anotar el valor omitido, por que ésta práctica puede destruir la validez del estándar establecido para el elemento específico.

En ocasiones el operario podrá omitir un elemento, en cuyo caso se trazará una línea horizontal en el espacio correspondiente de la columna de la hoja de registros.

Otra variación con la cual puede encontrarse el analista es la ejecución de los elementos fuera de orden. Esto puede suceder muy frecuentemente cuando se estudia a un trabajador nuevo o inexperto.

Para evitar este tipo de problema lo más posible, debe estudiarse un operario competente y experimentado.

Sin embargo cuando se ejecutan elementos fuera de orden, el observador debe pasar inmediatamente al elemento que está siendo realizado y trazar una línea horizontal a la mitad su espacio en la columna; directamente abajo de la línea trazada se anota el tiempo en el que el operario empezó el elemento y arriba el tiempo en que lo terminó. Este procedimiento se repite para cada elemento fuera de orden, así como con el primer elemento que se ejecuta de nuevo en la secuencia normal.

La mayoría de los elementos extraños, principalmente si son controlados por el operario, se producen en la terminación de uno de los elementos que constituyen el estudio. Cuando un elemento extraño se presenta durante la realización de un elemento, el analista denotará el evento mediante una designación alfabética en la casilla de la columna de dicho elemento. Después de haber designado

debidamente el elemento extraño con su símbolo alfabético, hágase una breve descripción del mismo en el espacio correspondiente, que se encuentra inmediatamente después de la letra de referencia. En la parte inferior de la casilla de la sección de elementos extraños se anota el tiempo en que comienza el elemento extraño y en la parte superior, la lectura cronométrica de su tiempo de terminación. Estos valores pueden restarse en el momento en que se calcula el estudio para obtener la duración exacta del elemento extraño, anotándose el resultado en la columna de la sección de tales elementos.

4. DETERMINAR EL NUMERO DE CICLOS A LOS CUALES SE LES DEBE TOMAR EL TIEMPO

El tiempo requerido para efectuar los elementos de una operación tendrá una ligera variación de ciclo a ciclo. A pesar de que el operador trabaje a un ritmo uniforme, cada elemento de ciclos consecutivos será efectuado en tiempos diferentes.

La variación en tiempo puede resultar debido a cosas como diferentes herramientas, posición diferentes de las partes, punto en el cual se hizo la lectura del cronómetro, etc.

Los estudios de tiempo son estudios de muestreo por lo que a mayor número de ciclos cronometrados, mayor será el valor representativo de la actividad medida.

Debido a todo esto existen varios métodos para tratar de determinar el número de ciclos necesarios para cronometrar.

Existen básicamente dos métodos para establecer el número de ciclos a cronometrar:

- a) Tablas Predeterminadas de Compañías
- b) Fórmulas Matemáticas

TABLAS PREDETERMINADAS DE COMPANIAS

De las primeras tablas podemos mencionar, que han sido creadas por compañías a

base de muchos estudios y de conocer estas su proceso de manufactura casi a la perfección.

Existen tablas de la General Electric Co., las cuales se basan en el tiempo de ciclo en minutos y esto da el número de observaciones recomendadas.

Por otra parte, tenemos a la Westinghouse Electric Co., la cual tomó en consideración tanto la actividad como el tiempo del ciclo, e ideó los valores como guía para sus analistas de tiempos.

FORMULAS MATEMATICAS

Se tiene que es posible determinar matemáticamente el número de ciclos que deberán ser estudiados como objeto de asegurar la existencia de una muestra con fiable, y tal valor moderado aplicando un buen criterio, dará al analista una guía útil para poder decidir la duración de la observación.

Se tiene que la fórmula del error estándar del promedio de cada elemento (error estándar de la media) es:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (1)$$

Donde:

- $\sigma_{\bar{x}}$ = Desviación estándar de la distribución de las medias
- σ = Desviación estándar del universo de un elemento dado
- N = Número actual de observaciones del elemento

Recordando la fórmula de la desviación estándar (σ) tenemos:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{N}} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \bar{X}^2} \quad (3)$$

Donde:

X = Cada uno de los tiempos cronometrados de cada elemento

\bar{X} = Media de todos los tiempos cronometrados

Pero si $\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$ entonces tenemos:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2} = \frac{1}{N} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (4)$$

Por lo que combinando la fórmula con la fórmula del error del promedio de cada elemento tenemos:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\frac{1}{N} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{N}$$

Se debe tomar una decisión respecto al nivel de confianza y la precisión deseada con la que se requiera determinar el número de observaciones a efectuar. Generalmente se utilizan en estudios de tiempo un nivel de confianza del 95% y un $\pm 5\%$ de precisión, lo que nos da las siguientes fórmulas:

$$0.05 \bar{x} = 2 \sqrt{\bar{x}} \quad \text{ó} \quad 0.05 \frac{\sum X}{N} = 2 \sqrt{\bar{x}}$$

$$0.05 \frac{\sum X}{N} = 2 \frac{\frac{1}{N} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

$$N = \left(\frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (6)$$

Donde N es el número requerido de observaciones a predecir con un porcentaje de precisión ± 5 y un nivel de confianza del 95%

Muchas compañías utilizan también nomogramas o cartas de alineación para determinar el número de observaciones a efectuar en un estudio de tiempos. La metodología a seguir con estas cartas es la siguiente:

El analista efectúa el número de observaciones que el considera necesarias (juicio personal) y mientras esta efectuando el trabajo determina el rango que existe en un grupo de cuatro elementos así como el promedio de ellos. Posteriormente refiriéndose a la carta, la cual está adjunta a la hoja de observaciones de tiempos, el operador checa el número de operaciones requeridas para una precisión y niveles de confianza deseados. Cabe recordar que como se menciono anteriormente se maneja una precisión $\pm 5\%$ y un nivel de confianza del 95% en la mayoría de los estudios de tiempos, sin embargo esto puede también variar si el analista lo desea.

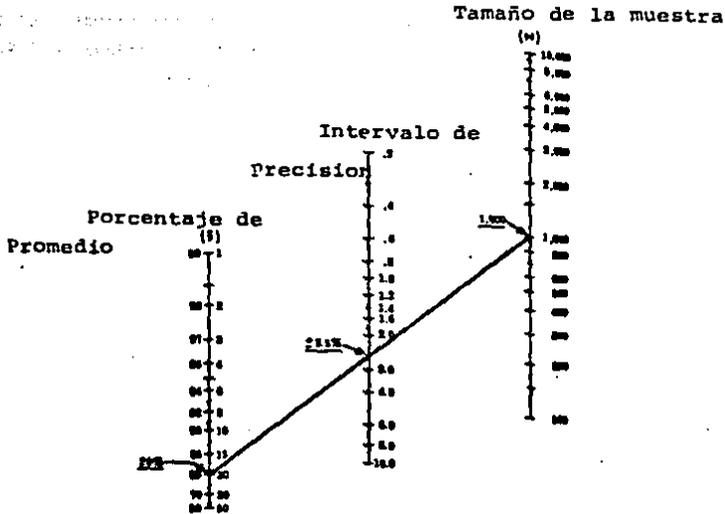


Fig. 5.1. Nomograma para determinar el número de observaciones requeridas para obtener porcentajes de ocurrencia -- con un grado de confiabilidad del 95%.

5. EVALUAR LA ACTUACION DEL OPERADOR

Probablemente la cosa más importante y difícil de un estudio de tiempo es el evaluar el ritmo, velocidad, actuación, etc., con la que el operador está trabajando durante el estudio de tiempos.

Mientras el analista del estudio de tiempos esta realizando un estudio, se fijará con todo cuidado, en la actuación del operario durante el estudio. Muy rara vez tal actuación será conforme a la definición exacta de lo que es la "normal" o también llamada a veces estándar. De esto se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estandar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Solo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

Desgraciadamente la calificación de la actuación del operario es un punto de juicio personal por parte del analista y no se puede llegar a establecer un tiempo estándar para una operación sin que el juicio del analista esté involucrado en ello, siendo por lo tanto, el paso más sujeto a crítica, puesto que se basa enteramente en la experiencia, adiestramiento y como ya se mencionó, juicio personal del analista.

Existen ciertas características que un buen sistema de calificación debe de tener estas son:

1. **EXACTITUD** A pesar de que no se espera una congruencia absoluta en el momento de calificar, debido en gran parte a que interviene el juicio personal del analista, si se espera que los estandares obtenidos no tengan una desviación mayor de un 5% respecto al promedio de estándares establecidos por el grupo de analistas de una empresa calificando la misma operación.

2. CONSISTENCIA Y CONGRUENCIA

3. SIMPLE, CONCISO Y FACIL DE EXPLICAR

Existen varios sistemas de calificación usados por diferentes empresas, entre los más importantes podemos mencionar los siguientes:

a) Calificación de Esfuerzo y Habilidad

Desarrollado en 1916 por Charles Bedaux, basado en estudios de tiempos, sus tiempos estándar eran establecidos en puntos llamados "Bs". Según Bedaux 60 "Bs" correspondían a una actuación estándar y el promedio de incentivo se encontraba alrededor de 70 a 85 "Bs" por hora. Fue de gran adelanto a su época debido principalmente a que modificó el viejo concepto de calificar la actuación según las diferentes lecturas de la tabla de observación.

b) Sistema Westinghouse

En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo ó empeño, condiciones y consistencia. Existen tablas para cada uno de los factores mencionados anteriormente, con diferentes grados y sus valores numéricos respectivos.

De esta manera se analizan los cuatro puntos mencionados en un principio, se analizan los grados de cada uno de sus factores obteniéndose de las tablas los valores numéricos de cada grado asignado por el analista. Se suman los valores numéricos de los diferentes grados de cada factor, se les suma 1 y este total se multiplica por el tiempo promedio obtenido del estudio, con lo cual se obtiene el tiempo normal de la operación. El sistema Westinghouse maneja seis diferentes grados para cada factor, definidos por las letras A, B, C, D, E y F.

Ejemplo:

Tiempo promedio de una operación igual a 0.5 minutos y se tiene:

Habilidad	Excelente	B2	+ 0.08
Esfuerzo	Buena	C2	+ 0.02
Condición	Buena	C	+ 0.02
Consistencia	Buena	C	+ 0.01
TOTAL			+ 0.13

Tiempo Normal = (Tiempo promedio) (1 + total factores)

Tiempo Normal + (0.5) (1 + 0.13) = 0.565 minutos

El método Westinghouse para calificar la actuación está adaptado a la nivelación de todo el estudio, más que a la evaluación elemental. La aplicación de este método resultaría laboriosa si se usara para nivelar cada elemento tan pronto acaba de tener lugar. De hecho, la forma para el estudio de tiempos no proporciona el espacio suficiente para evaluar los cuatro factores para cada elemento de cada ciclo. Muchas compañías han modificado el sistema Westinghouse, de modo que incluya únicamente factores de habilidad y esfuerzo que intervienen en la calificación.

c) Calificación Sintética

En un intento para desarrollar un método de calificación que no descansa en el criterio o juicio del analista de estudios de tiempos y que dé resultados consistentes, R. L. Morrow estableció un procedimiento conocido como nivelación sintética.

El procedimiento de nivelación sintética determina un factor de actuación para elementos de esfuerzo representativo del ciclo de trabajo por la comparación de los tiempos reales elementales observados con los desarrollados por medio de datos de tiempos predeterminados de los mismos elementos observados.

Esta razón da un índice de la actuación del operador el cual afectará directamente al tiempo promedio para obtener el tiempo normal.

Se utiliza la siguiente fórmula para obtener el factor de nivelación sintética:

$$P = \frac{F}{O}$$

P = Factor de nivelación

F = Tiempo predeterminado del elemento

O = Tiempo elemental observado.

Tal vez una de las mayores objeciones a la aplicación del procedimiento de nivelación sintética es el tiempo que se requiere para elaborar un diagrama de manos izquierda y derecha de los elementos seleccionados para el establecimiento de los tiempos de movimientos básicos.

d) Calificación Objetiva

Desarrollada por M. E. Mundel, trata de eliminar las dificultades para establecer un criterio de velocidad ó rapidez normal para cada tipo de trabajo. En este método se establece una asignación de trabajo con la que se comparan, en cuanto a marcha se refiere, todos los demás trabajos.

Después de la apreciación del ritmo ó marcha, se asigna al trabajo un factor secundario para tener en cuenta su dificultad relativa.

Los factores que influyen en el ajuste de dificultades son: 1) extensión ó parte del cuerpo que emplea, 2) pedales, 3) bimanualidad, 4) coordinación ojo-mano, 5) requisitos de manipulación, 6) peso.

Se han asignado valores numéricos a una serie de grados de cada factor, aprovechando resultados experimentales. La suma de los valores numéricos para cada uno de los seis factores comprende el ajuste secundario.

Lo anterior dá la siguiente fórmula para obtener el tiempo normal:

$$T_n = (P2) \cdot (S) \cdot (O)$$

- T_n = Tiempo normal establecido
 P2 = Factor de calificación por velocidad
 S = Factor de ajuste por dificultad del trabajo
 O = Tiempo elemental medio observado

Ejemplo: El tiempo medio observado de una operación es 0.26 minutos. El ritmo o velocidad es del 95% y la suma de todos los ajustes secundarios es 20% entonces el tiempo normal será:

$$T_n = (0.26) \cdot (.95) \cdot (1.20) = 0.297 \text{ minutos}$$

e) Evaluación Fisiológica del Nivel de Actuación

Existen varios indicadores que puede dar el nivel de actuación desde un punto de vista fisiológico; algunos de ellos son: latidos del corazón por minuto, consumo de oxígeno en calorías por minuto, etc. Este tipo de evaluación ha sido poco usado y generalmente se refiere a estudios de laboratorio para operaciones muy específicas.

f) Evaluación de la Actuación

Por mucho el sistema de mayor uso se refiere básicamente a la evaluación de un solo factor: velocidad del operador, ritmo, paso, etc. El factor de calificación puede ser expresado como un porcentaje en diferentes unidades.

Para esto es necesario definir un estándar o velocidad normal. Se puede decir que la velocidad normal que se espera que un obrero calificado, sin incentivo, a un ritmo normal, utilizando un método estándar y preestablecido no define esto es de la mejor manera, sin embargo no existe una definición que realmente sea aceptada en su totalidad.

Se han hecho inclusive estudios en base a películas que contienen operaciones muy comunes en trabajos de fábricas, tratándose de establecer estándares de calificación para cada una de estas operaciones, pero esto tam poco se ha podido universalizar.

Por lo tanto, se debe de concluir que cada empresa debe establecer sus propios estándares según sus propios criterios.

Existen varios tipos de escalas, las cuales pueden ser utilizadas por el analista, éstas son las siguientes:

Escala A	-	Actuación Normal igual a 100%
Escala B	-	Actuación Normal igual a 60 %
Escala C	-	Actuación Sujeta a Incentivo igual a 125%
Escala D	-	Actuación Sujeta a Incentivo igual a 100%

El uso principal del factor de calificación como ya se mencionó anteriormente, es el de establecer el tiempo normal de una operación determinada.

Ejemplo - Durante un ciclo completo de trabajo se vió que el tiempo promedio de un elemento fue 0.80 minutos, según el analista se obtuvo una calificación de 110% con lo cual aplicando la fórmula:

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo Promedio} \times \frac{\text{Calificación en \%}}{100}$$

Nos da:

$$\text{Tiempo Normal} = (0.80) \times \frac{110}{100} = 0.88 \text{ minutos}$$

El valor de 0.88 representa el tiempo en que un operador calificado, bien entrenado, trabajando a un ritmo normal necesitaría para hacer dicha operación.

Cabe mencionar que este tiempo no es un tiempo estándar ya que este último debe incorporar las diferentes tolerancias que se deben de considerar para la operación.

6. DETERMINACION DE TOLERANCIAS Y TIEMPOS ESTANDAR

Después de haber calculado el tiempo normal, llamado algunas veces tiempo "nominal", hay que dar un paso más para llegar al verdadero estándar. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

Se debe recordar que las lecturas de cronómetro de un estudio de tiempos se toman en un lapso relativamente corto y que las lecturas anormales, demoras inevitables y tiempo para necesidades personales se eliminan del estudio al determinar el tiempo medio o seleccionado. Por consiguiente, en el tiempo normal no se consideran retrasos inevitables u otras pérdidas legítimas de tiempo, por lo que es natural que se deban realizar algunos ajustes para compensar tales pérdidas.

Las tolerancias no son parte de la calificación y se obtienen mejores resultados si están se aplican separadamente.

Las tolerancias se clasifican dentro de los siguientes grupos:

- a) Tolerancias Personales
- b) Tolerancias por Fatiga
- c) Tolerancias por Retrasos

Las tolerancias se aplican a tres categorías del estudio y son: 1) Tolerancias al Tiempo Total del Ciclo, 2) Tolerancias Aplicables Solo al Tiempo de Empleo de la Máquina y 3) Tolerancias Aplicables al Tiempo de Esfuerzo.

Los márgenes aplicables al tiempo total del ciclo generalmente se expresan como un porcentaje del tiempo del ciclo, e incluyen retrasos como los de satisfacción de necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación del equipo ó máquina. Las tolerancias en los tiempos de máquina comprenden el tiempo para el cuidado de las herramientas y variaciones de la potencia, en tanto que los retrasos representativos cubiertos por tolerancias de esfuerzo son los de fatiga y ciertas demoras inevitables.

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancia estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la producción que requiere que un analista estudia una ó más operaciones durante un largo período. El analista registra la duración y el motivo de cada intervalo libre o de tiempo muerto y después de establecer una muestra razonablemente representativa, resume sus conclusiones para determinar la tolerancia en tanto por ciento para cada característica aplicable.

Puesto que el analista debe emplear un largo lapso en la observación directa de una ó más operaciones, este método es excepcionalmente tedioso, no solo para el analista, sino también para el operario.

La segunda técnica para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante estudios de muestreo del trabajo. En este método se toma un gran número de observaciones al azar, por lo que solo requiere por parte del observador, servicios en parte de tiempo o, al menos, intermitentes. En este procedimiento no

se emplea el cronómetro, ya que el analista camina solamente por el área que se estudia sin horario fijo, y toma breves notas sobre lo que cada operario esta haciendo.

El número de retrasos registrados, dividido entre el número total de observaciones durante las cuales el operario efectúa trabajo productivo, tenderá a ser igual a la tolerancia requerida por el operario para ajustar los retrasos normales que se le presenten.

Sin embargo, cuanto mayor sea el número de observaciones y de períodos o tiempos durante los cuales se toman los datos, tanto más válidos serán los resultados.

a) Tolerancias Personales

Son las que primero deben de ser consideradas, debido a que a cada trabajador se le debe permitir tiempo para sus necesidades personales. Para lugares con buena iluminación, sin períodos de descanso obligatorios, en jornadas de 8 horas. Estudios detallados de producción han demostrado que una tolerancia de 5% al día (aproximadamente 24 minutos) deben de ser consideradas, esto parece ser adecuado tanto para hombres como para mujeres.

b) Tolerancias por Fatiga

Estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, está el margen por fatiga, aunque este se aplica solo a las partes del estudio relativas al esfuerzo. Desgraciadamente hasta hoy en día no existe una manera exacta de medir la fatiga, lo que hace que junto con la calificación sean estos los puntos de mayor controversia en el establecimiento de tiempos estándar.

Sin embargo, puede llegarse por medios empíricos a tolerancias por fatiga lo bastante justas para las diferentes clases de trabajo. La fatiga no es homogénea en ningún aspecto, va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica, e incluye una combinación de ambas.

Algunos de los factores que afectan la fatiga son:

1. Condiciones de Trabajo

- a) Luz
- b) Temperatura
- c) Humedad
- d) Frescura del aire
- e) Color del local y sus alrededores
- f) Ruido
- g) Posición

2. Repetitividad del Trabajo

- a) Monotonía de movimientos corporales semejantes
- b) Cansancio muscular debido a la distensión de músculos

3. Estado General de Salud del Trabajador, Físico y Mental

- a) Estatura
- b) Dieta
- c) Descanso
- d) Estabilidad emotiva
- e) Condiciones domésticas

En la actualidad se han tomado muchas medidas para reducir al máximo la fatiga. Sin embargo, el principal problema de la fatiga no es físico sino psicológico, sobretodo en empresas donde la automatización juega un papel importante.

El problema para determinar la cantidad de tiempo que se le debe permitir a un trabajador es bastante complejo.

Se han tratado varias técnicas para medir la tolerancia debido a la fatiga entre las cuales estan:

1. Medición del decrecimiento de la producción durante la jornada de trabajo

Según Eugene Brey (3) el coeficiente de fatiga puede obtenerse por la fórmula.

$$F = \frac{(T - t) 100}{T} \quad \text{donde}$$

F = Coeficiente de fatiga

T = Tiempo requerido para realizar la operación al final del trabajo continuo

t = Tiempo necesario para efectuar la operación al principio del trabajo continuo

2. Pruebas Físicas

Comprenden estudios dinamométricos de cambios en el ritmo de trabajo, para evaluar la fuerza ejercida por seis diferentes conjuntos de los músculos más importantes del cuerpo.

3. Pruebas Químicas

Análisis de sangre y secreciones como saliva.

4. Pruebas Fisiológicas

Medida del pulso, presión sanguínea, ritmo respiratorio, consumo de oxígeno, etc.

Para la mayor parte de las operaciones industriales las tolerancias por fatiga se han dividido arbitrariamente en tres elementos, cada uno de los cuales tiene un campo de influencia en la tolerancia total por fatiga. Dichos elementos son: operaciones que implican trabajo agotador, operaciones en que hay trabajo repetitivo y operaciones que se realizan en condiciones de trabajo desagradables.

Desde luego, es posible que más de una de estas condiciones exista en una operación específica.

Probablemente el criterio más utilizado en la industria para la determinación de los márgenes por tolerancias de fatiga son las tablas elaboradas por la International Labor Office. En dicha tabla se consideran factores como: posición de pie mientras se trabaja, posiciones requeridas fuera de lo normal, empleo del vigor físico, alumbrado, condiciones atmosféricas, atención necesaria en el trabajo, nivel de ruido, esfuerzo mental, monotonía y tedio.

Esta tabla agrupa tanto tolerancias personales como tolerancias por fatiga y da como resultado porcentajes que se agregan al tiempo normal para obtener el tiempo estándar.

La mejor manera de poder determinar estos márgenes es mediante estudios efectuados durante mucho tiempo, experiencia, y conocimiento de la empresa.

APLICACION DE TOLERANCIAS Y ESTABLECIMIENTOS DE TIEMPOS ESTANDAR

Como ya se mencionó anteriormente puede aplicarse la tolerancia personal y por retrasos a todo el tiempo del ciclo y la tolerancia de fatiga sólo al tiempo de esfuerzo. Sin embargo en la práctica se aplican los tres márgenes a todo el ciclo, con lo cual todo queda computado en un solo cálculo.

De esta manera, si se tienen los siguientes datos obtenidos de un estudio de tiempos para un elemento, el tiempo estándar se calcularía de la siguiente manera:

Tiempo Promedio	=	0.80 minutos
Calificación	=	110%
Tolerancias Totales	=	+5%

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo Promedio} \times \frac{\text{Calificación}}{100}$$

$$\text{Tiempo Normal} = (0.80) \times \frac{(110)}{100} = 0.88 \text{ minutos}$$

$$\text{Tiempos Estándar} = \text{Tiempo Normal} \times (1 + \text{Tolerancias en decimales})$$

$$\text{Tiempo Estándar} = (0.88) \times (1 + .05) = 0.94 \text{ minutos}$$

A pesar de ser éste el método más empleado, no es correcto en su totalidad, por lo que también se puede calcular el tiempo estándar de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} \times \frac{100}{100 - \text{Porcentaje Total de Tolerancias}}$$

Para el ejemplo anterior tenemos:

$$\text{Tiempo estándar} = 0.88 \times \frac{100}{100 - 95} = 0.926 \text{ minutos}$$

Lo anterior queda corroborado si se ve que teniendo una tolerancia de 5% (24 minutos) y tenemos que el tiempo normal es de 0.88 minutos, se tiene como tiempo disponible para trabajar en una jornada de 8 horas: $480 - 24 = 426$ minutos, con lo que el operador debe de producir $\frac{456}{.88} = 518$ piezas, lo que daría un tiempo estándar de $480/518 = 0.926$ minutos por pieza, lo que corrobora el dato obtenido anteriormente.

5.3 CONCLUSION

Los procedimientos del estudio de tiempos son los únicos métodos conocidos

que pueden proporcionar información razonablemente exacta acerca de los estándares de tiempo, esenciales para toda operación eficiente y provechosa de industrias y otras actividades. Para asegurar los resultados más ventajosos de la utilización del estudio de tiempos, el analista debe contar con la cabal colaboración del supervisor, el operario y la dirección o gerencia generales de la compañía.

En conclusión se puede decir que los estándares de tiempo se deben mantener para asegurar una estructura satisfactoria de las tasas de remuneración. Esto exige un análisis continuo de los métodos. Todos los estándares deben revisarse periódicamente a fin de comprobar si todos los métodos empleados son idénticos a los que estaban en uso en el momento de establecerse los estándares.

De esta manera el tiempo estándar estará garantizado contra cambios en el método, materiales, herramientas, equipo, etc. Por último debe seguirse un proceso de auditoría para determinar que tan bien son seguidas las técnicas y políticas estándares. El diseño de la medición de un trabajo y un plan de incentivos debe de considerar auditorías periódicas a los tiempos estándar establecidos.

Un plan de salarios incentivos está basado en políticas y procedimientos cuidadosamente definidos y si éstos no son seguidos en forma precisa, el plan resultará imparcial para obreros o patrones dependiendo de la naturaleza del error.

Esta imparcialidad no es deseada por ninguno de los dos lados. Un buen plan de auditoría y revisión de estándares, métodos y condiciones en general, establecidas al momento del estudio, ayudará bastante a combatir o disminuir estos problemas.

CAPITULO VI

PLANES DE PAGO DE INCENTIVOS

- 6.1 El Destajo
- 6.2 Planes de Incentivos
 - 6.2.1 Beneficios y Limitaciones
 - 6.2.2 Requisitos Previos para Poder Implantar un Plan de Incentivos
- 6.3 Tipos de Planes de Incentivos
 - 6.3.1 Planes Económicos Directos
 - 6.3.2 Tipos de Planes Económicos Directos
 - 6.3.3 Planes Económicos Indirectos
 - 6.3.4 Planes No Económicos
- 6.4 Razones de los Fracazos de un Plan de Incentivos
- 6.5 Conclusiones
- 6.6 Bibliografía

CAPITULO VI
PLANES DE PAGO DE INCENTIVOS

La experiencia ha demostrado que los trabajadores no aportarán un esfuerzo extra o sostenido a menos que se les ofrezcan incentivos del tipo directo o indirecto. Por muchos años los incentivos se han venido usando en una forma u otra en empresas industriales. En la actualidad, debido a la creciente necesidad que existe en las industrias, de incrementar la productividad para contener la espiral inflacionaria y mejorar su posición en el mercado, las ventajas del pago de incentivos no deberá ser desestimadas.

6.1 El Destajo

Uno de los sistemas de pago más antiguos que se utilizó fue el del Destajo, el cual consiste en asignar una tarifa a cada unidad de producción. El salario se computa multiplicando esta tarifa por el número de unidades producidas.

El trabajo retribuido por pieza implica que todos los estándares se expresan en términos monetarios y que se retribuye al operador en proporción directa a su rendimiento. El empresario se beneficia indirectamente distribuyendo sus costos fijos entre un mayor volumen de producción.

La fórmula para calcular el salario por el sistema de Destajo es:

$$\text{Salario} = (\text{Número de Piezas Producidas}) \times (\text{Cuota Individual por pieza})$$

Según este sistema no se garantiza una percepción diaria constante. En la actualidad el sistema de destajo ya no se utiliza, ya que de acuerdo a la Ley Federal del Trabajo, Artículo 85, "En el salario por unidad

de obra, la retribución que se pague, será tal, que para un trabajo normal en una jornada de 8 horas, dé por resultado el monto del salario mínimo por lo menos" y el sistema de destajo no cumple dicha condición.

La Fig. 6.1 muestra la relación entre el aumento de eficiencia del operador y el aumento de salario.

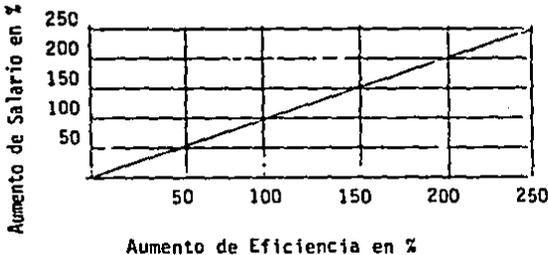


Fig. 6.1. Comportamiento del Destajo

6.2. PLANES DE INCENTIVOS

Ampliamente concebida, la expresión "planes de incentivos" podría incluir todas las formas de compensación y planes de prestaciones que incluyen recompensas al trabajo realizado.

Sin embargo, en un sentido más estricto, el término plan de incentivos se utiliza con frecuencia para describir planes de pago de sueldos que conectan a éstos directa o indirectamente con estándares de productividad de grupos y a la productividad y redituabilidad de la organización total.

6.2.1 Beneficios y Limitaciones

Un buen plan de incentivos produce beneficios para ambas partes de una empresa, es decir, tanto a la empresa como a los trabajadores de esta, entre los principales beneficios podemos mencionar:

Para la Empresa

- 1º Al aumentar el volumen de la producción, los gastos fijos se distribuye entre un mayor número de unidades producidas, reduciéndose en consecuencia el costo de estas.
- 2º Al estimular al trabajador para que desarrolle su esfuerzo normal en el trabajo, se disminuye lo que se conoce como "el desempleo oculto", es decir, el aprovechamiento incompleto de las posibilidades normales de eficiencia de un trabajador.

Para el Trabajador

- 1º Los planes de incentivos permiten derramar sobre el trabajador, en forma equitativa y fácil de computar, los incrementos que se logren en la productividad.
- 2º Las remuneraciones de los trabajadores son mayores, con lo que su nivel de vida será mejor.
- 3º Como consecuencia de lo anterior, existirá mayor estabilidad de los trabajadores de la empresa y mejores relaciones con ella.

Limitaciones

Por otra parte es importante reconocer que los planes de incentivos no son aplicables a toda clase de trabajos. Quedan fuera de su campo de aplicación principalmente:

- 1º Los trabajos en que sea imposible computar el número de unidades producidas.
- 2º Aquellos en la que la velocidad de la máquina hace que el obrero no pueda tener influencia efectiva en la cantidad de producción.
- 3º Las labores en las que las interrupciones del trabajo son demasiado frecuentes, imposibles de evitar, o caen fuera del control del trabajador.

6.2.2 Requisitos Previos para Poder Implantar un Plan de Incentivos

- 1º Que los procesos y operaciones hayan sido mejoradas hasta acercarse lo más que sea posible al tiempo teóricamente normal, por medio de estudios de movimientos, por sistema de sugerencias, etc., pues de lo contrario subirían después las eficiencias y los salarios en forma desproporcionada.
- 2º Que exista una correcta estructura de salarios, lo que hace indispensable una evaluación de puestos.
- 3º Que existan buenas relaciones entre la empresa y sus trabajadores y con el sindicato de estos.

- 4º Que el sistema se dé a conocer previamente a los supervisores y a los trabajadores.
- 5º Que se provea algún sistema para estimular el trabajo en aquellos puestos en los que el incentivo sea imposible de aplicar.
- 6º Que exista un adecuado sistema de control de calidad.
- 7º Que se establezca un procedimiento claro, sencillo y rápido para recibir las quejas que surgirán.

6.2.3 Características que Debe de Tener un Buen Plan de Incentivos

A fin de que un plan de incentivos tenga éxito deberá ser justo para la empresa y el trabajador. El plan debe dar al operario la oportunidad de ganar aproximadamente de 20% a 35% sobre su salario base si posee destreza normal y realiza continuamente un esfuerzo intenso. El plan debe de ser sencillo y entendible tanto para empresa como para trabajador, cuanto más simple sea el plan más fácilmente será entendido por todos los interesados, y con tal comprensión aumentarán las posibilidades de su cabal aprobación. Los planes de incentivos del tipo individual son más fáciles de comprender y funcionarán mejor si el rendimiento individual se puede medir.

En el caso de actuaciones mejores que la estándar, el operario debe ser compensado en proporción directa a su rendimiento.

A fin de que un trabajador relacione su esfuerzo con la retribución, el talón de su comprobante o cheque de pago debe mostrar claramente las cantidades de percepción regular y de incentivo. Es aconsejable también indicar en forma separada, en el sobre del pago, la eficiencia del trabajador en el período de pago anterior. Esto se calcula como la razón de las horas estándar de producción durante el período a las horas trabajadas durante el mismo.

Se deben tener márgenes establecidos de manera eficiente por pérdidas de tiempo inevitables no incluidas en el estándar. También se deben establecer técnicas para asegurar la cuenta exacta de piezas con los requisitos de calidad necesarios.

Una vez que se ha implantado el plan, la dirección o gerencia debe aceptar la responsabilidad de mantenerlo. La dirección debe ejercer su derecho de cambiar los estándares cuando se modifican los métodos y el equipo. A los trabajadores se les debe garantizar la posibilidad para presentar sugerencias, pero la conveniencia de sus solicitudes se debe comprobar antes de realizar un cambio. Ningún plan de incentivos continuará funcionando bien a menos que se mantenga con eficacia mediante un vigilante y competente equipo de personal directivo.

6.3 TIPOS DE PLANES DE INCENTIVOS

En general todos los planes de pago de incentivos que tienden a incrementar el rendimiento del trabajador, quedarán en alguna de las siguientes

clases:

- a) Planes Económicos Directos
- b) Planes Económicos Indirectos
- c) Planes No Económicos

6.3.1 Planes Económicos Directos

Los planes económicos directos son aquellos en los que la remuneración al trabajador va de acuerdo con su rendimiento. En esta categoría existen los planes de incentivos individuales y los de grupos. En el tipo de plan individual, la retribución a cada trabajador está basada en su actuación productiva durante el periodo de que se trate. Los planes de grupos se aplican a dos o más personas que trabajen en equipo, y en operaciones que de alguna manera dependen unas de otras. En estos planes, la compensación monetaria a cada trabajador depende de la tasa salarial base y de la actuación del grupo en el tiempo en cuestión.

El incentivo para trabajos de esfuerzo individual extraordinario o prolongado es menor en los planes de grupos que en los individuales. Por lo tanto, ha habido tendencia en la industria a favorecer los métodos de incentivos individuales. Los incentivos de grupos tienen sin embargo las siguientes ventajas:

- a) Cada trabajador vigila, estimula y casi obliga a los demás de su grupo, a aumentar su eficiencia y a coordinarse mejor, ya que de nada le serviría aumentar su rendimiento personal si los demás no lo hacen también.
- b) Cada trabajador ayuda a entrenar a los demás.
- c) Todos los trabajadores procuran lograr la mayor fluidez en la producción, aún haciendo labores que no son directamente suyas, como acarrear abastecimientos, componiendo la maquinaria, etc.

- d) El incentivo de grupo estimula indiscutiblemente la formación y afianzamiento de los grupos de trabajo.
- e) Permite aplicar el incentivo a trabajadores indirectos, como pudieran ser proveedores de material, aceptadores, etc.
- f) Disminuye el trabajo y el costo para calcular el incentivo.
- g) Evita sospechas de favoritismo.

El incentivo de grupo presenta las siguientes desventajas:

- a) No se ve siempre con claridad la relación directa entre el esfuerzo que se ha puesto y el resultado económico que se obtiene, porque este no depende solo del trabajo propio.
- b) Por lo mismo, cuando algún trabajador, después de haber puesto esfuerzo e interés, no logra lo que esperaba, se desanima y aún a veces que da seriamente dañada su actitud frente a la empresa.
- c) Fácilmente puede originar disgustos y conflictos entre los mismos compañeros de sección o de departamento.
- d) Solo sirve para trabajos muy estandarizados, ordinariamente, en secciones reducidas y siempre que los trabajos tengan una muy estrecha relación entre sí, que se refleje en la obtención de un mismo producto.

En general, son de esperarse mayores tasas de producción y menor costo unitario del producto al emplear planes de incentivos individuales. Si su implantamiento es práctico el sistema de incentivos individuales será preferible al sistema de grupos.

6.3.2 Tipos de Planes de Incentivos Económicos Directos

Los tipos de planes de incentivos económicos directos pueden agruparse en cuatro grupos principales:

- Grupo A - Planes en que la remuneración varía en la misma proporción que el rendimiento del trabajador.
- Grupo B - Planes en que la remuneración varía en proporción menor que el rendimiento del trabajador.
- Grupo C - Planes en que la remuneración varía en proporción mayor que el rendimiento del trabajador.
- Grupo D - Planes en que la remuneración varía en una proporción diversa, según los diferentes rendimientos del trabajador.

Grupo A

Sistema de Horas Estándar

Se le conoce también con los nombres de "Sistema de la Norma Horaria", "Norma de Tiempo", "Trabajos por Pieza a la Hora", "Sistema de Tiempos Tipo", etc. No es en realidad sino una variante del destajo, y consiste en asignar a cada unidad de producción el tiempo, que técnicamente (por estudios de tiempos) se ha determinado como necesario para que un trabajador normal, en condiciones normales, produzca esa unidad, pagándose el salario por la suma de los tiempos correspondientes a las piezas realizadas independientemente del tiempo real ocupado. Los estándares están dados en unidades de tiempo en lugar de unidades monetarias como en el destajo.

Casi siempre estipula un salario de garantía, que corresponde al normal que se pagaría en caso de hacerse el trabajo dentro del tiempo también normal.

La fórmula para calcular el salario es:

$$\text{salario} = \frac{\text{He} \times \text{Sb}}{\text{Hr}}$$

Donde:

- SaI = Salario Total del Trabajador Incluyendo Cuota por Incentivo
- He = Horas Estándar
- Sb = Salario Base (por Hora, por Dfa, etc., según el monto de salario que se quiera computar).
- Hr = Horas Reales Trabajadas

El sistema de Horas Estándar tiene el beneficio de garantizar al trabajador un salario mínimo que percibirá, aunque su eficiencia sea inferior a la normal. Permite aplicarse en forma homogénea a operaciones muy diversas, porque todas ellas se miden con un mismo factor: el tiempo. Permite que los salarios sean discutidos y cambiados, sin tener que hacer ajustes, (como en el caso del destajo), permite fácilmente el cálculo de costos de mano de obra en producciones aún no realizadas, calcular tiempos de entrega, etc. Representa ya un mayor costo de operación del sistema y requiere por lo tanto, fuertes volúmenes de producción y operaciones muy repetidas. Al igual que en el destajo, al obrero se le retribuye proporcionalmente a su producción, la cual depende totalmente del esfuerzo realizado por él. Ofrece todas las ventajas del plan a destajo y elimina los principios inconvenientes de este, es decir el problema de garantizar un salario base. Las características anteriores lo convierten en el plan de incentivos que más se utiliza actualmente.

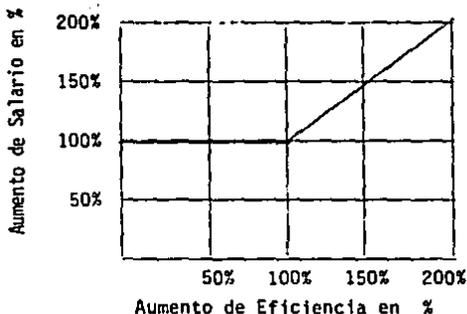


Fig. 6.2 Sistema de Horas Estándar

Grupo B

Dentro de este grupo existen planes como el de Halsey y Rowan que aunque garantizan salario base han sido poco aceptados por los trabajadores ya que como se mencionó anteriormente la remuneración varía en proporción menor que el rendimiento del trabajador.

Grupo C

A este grupo pertenece únicamente el Plan de Tasas elevadas, que garantiza un salario base hasta el 100% de la eficiencia, y cuando se sobrepasa se paga una prima superior al aumento de la producción lograda. Como se comprende el sistema es muy costoso para la empresa y es poco aplicable.

Grupo D

Existen varios planes de incentivos en los cuales la remuneración varía en proporción diversa según los diferentes niveles de rendimiento. Tanto el plan de Merrick y el de Taylor no garantizan salario base, por lo

que son inaplicables en México. Sin embargo existen otros dos que sí cumplen con este requisito:

- a) Sistema de Gantt por Tarea
- b) Sistema de Emerson

Sistema de Gantt por Tarea

En este sistema también se le garantiza al trabajador su salario base por rendimientos inferiores a la norma establecida, la cual se fija un poco alta. Cuando el trabajador alcanza esta norma, automáticamente recibe una prima que suele ser del 20% y hasta el 30% de su salario base. A partir del 100% de eficiencia, se le abona una tasa elevada por pieza.

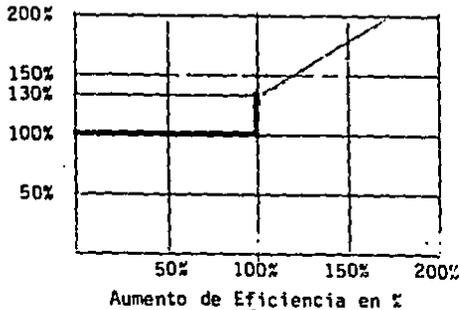


Fig. 6.3. Sistema de Gantt por Tarea

Sistema Emerson

No es sino una combinación con variantes de el Sistema de Gantt y el Sistema de Halsey. Tiene las siguientes características:

1. Garantiza salario base.
2. Antes de llegar al rendimiento normal o de 100%, comienza a elevar gradual y aceleradamente el salario, de acuerdo con una fórmula empírica, en forma tal que al llegar el rendimiento al 100%, el salario ha aumentado gradualmente hasta un 20% (recuérdese que este aumento lo hacía Gantt en forma brusca al alcanzarse la eficiencia normal); aquí se va aumentando en forma gradual y progresiva desde el 67% del rendimiento, de acuerdo con la Tabla 6.1.
3. Al sobrepasarse el rendimiento normal, se paga una prima suplementaria de 1% por cada 1% adicional de eficiencia.

Otros sistemas como los de Hennerlund, Knoeppell, Biegelow, Atkinson y Allenghan son simples modificaciones de este sistema.

Según el plan de Emerson la retribución de un operario por debajo de los dos tercios de la tarea se puede calcular con la expresión:

$$Ea = RaT$$

Entre los dos tercios de tarea y la tarea:

$$Ea = RaT + Ft (RaT)$$

y por encima de esta:

$$Ea = RaT + StRa + 0.20 RaT$$

Donde:

- Ft = Factor Tomado de la Tabla
 Ra = Tasa por Hora
 St = Tiempo Economizado (en Horas)
 T = Tiempo Empleado (en Horas)
 Ea = Retribución de un Operario

TABLA 6.1

AUMENTO EFICIENCIA INCREMENTO DE SALARIO

67	.01
68	.04
69	.11
70	.22
71	.37
72	.55
73	.76
74	1.02
75	1.31
76	1.64
77	1.99
78	2.38
79	2.80
80	3.27
81	3.78
82	4.33
83	4.92
84	5.53
85	6.17
86	6.84
87	7.56
88	8.32
89	9.11
90	9.91
91	10.74
92	11.62
93	12.56
94	13.52
95	14.53
96	15.57
97	16.62
98	17.70
99	18.81
100	20.00

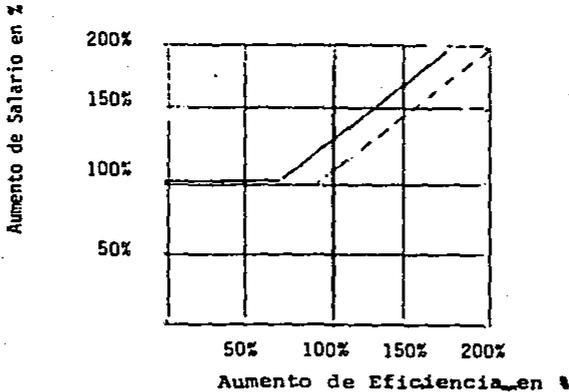


Fig.6.4. Sistema Emerson

Planes de Participación de Economías de Costos.

Las empresas más progresistas aceptan el principio de recompensar a los trabajadores por mejoramientos en la productividad o en la economía de costos o por ambas razones si tales mejoras se deben a una actuación superior a la normal o a perfeccionamiento en los métodos de trabajo.

Existen incentivos sobre calidad, ahorro, e incentivos mixtos, los cuales combinan en diversas formas los dos anteriores.

Los incentivos sobre calidad y ahorro sólo son posibles cuando se ha establecido un estándar de la calidad que debe obtenerse, en forma tal que la obtención de niveles inferiores pudiera influir en disminución del salario y sobre todo, la obtención de una calidad superior, al ser medida, pudiera reflejarse en cuotas adicionales a la remuneración normal.

Los incentivos de calidad, sólo son posibles cuando existe un control de calidad estadístico.

El incentivo relacionado con el ahorro se basa en la idea de que existe normalmente un consumo, gasto o desperdicio de materiales, mermas, etc., que son necesarios, normales o tolerables. Cuando esos materiales pueden ahorrarse en una proporción mayor o menor, evitarse las mermas, los desperdicios.

6.3.2 Planes Económicos Indirectos

En este grupo quedan aquellas políticas de la compañía que tienden a estimular el ánimo o la moral de los trabajadores y aumentar la productividad, pero que sin embargo, no han sido planeadas para que haya una relación directa entre el volumen de producción y el monto de la remuneración. Políticas globales de empresa como las de salarios base justos y relativamente altos, sistemas equitativos de promociones y de sugerencias premiadas, ingreso anual garantizado y prestaciones relativamente cuantiosas, tienden a fomentar actitudes positivas entre los trabajadores y a estimular e incrementar la productividad.

Todos los métodos de incentivos indirectos tienen la inconveniencia de permitir que exista una amplia brecha entre las percepciones del personal y su productividad. Después de cierto tiempo, el trabajador tiende a considerar que todos los beneficios que se le deben proporcionar como obligación única de la empresa y a olvidarse de que para que tales beneficios continúen no debe aminorarse la productividad.

Probablemente la técnica de incentivos económicos indirectos más utilizada sea la de ascensos y promociones, la cual conviene que sea analizada con más detalle.

Ascensos y Promociones

El carácter de incentivo indirecto de los ascensos y promociones implica lo siguiente:

- a) Todo ascenso supone ordinariamente un aumento de salario.
- b) Implica también un incentivo moral por el status social.
- c) Supuesta la necesidad de "clases o grados de salario", hay que considerar la necesidad de coordinar el aumento de salario "dentro de la clase".
- d) Como principio fundamental, debe recordarse que un trabajador que no puede obtener ya ninguna mejora, pierde interés.

Sin embargo el ascenso por antigüedad, tiene como desventajas las siguientes:

- a) Mata todo estímulo, todo depende del tiempo que el operador lleva laborando en la empresa.
- b) Coloca muchas veces a los más ineficientes en los puestos más importantes.
- c) Obliga a los trabajadores a ascender a puestos contrarios a sus aptitudes y conocimientos.

Por otra parte implica las siguientes ventajas:

- a) Garantiza a todo obrero su mejoramiento y con ello aumenta su interés.
- b) Preserva al obrero de favoritismos que le impiden ascender o le exigen lograrlo sólo con gran dificultad.
- c) Reduce la rotación de personal porque produce una mayor estabilidad de éste al saber que tendrá que ascender necesariamente.

Otra manera de lograr ascensos es en base a la capacidad de cada obrero, lo cual trae como consecuencias lo siguiente:

Ventajas

- a) Proporciona aumento a los trabajadores más capaces
- b) Mantiene a todos con interés por mejorar para poder ascender
- c) El trabajador sólo asciende a las líneas conforme a sus actitudes y a la disponibilidad de puestos.

Desventajas

- a) Da lugar a favoritismos
- b) Es muy difícil comprobar objetivamente el porqué ascendió otro trabajador
- c) Los que no ascienden pierden interés

Existen varios motivos que dificultan el llevar a cabo una política de ascensos lo más exacta posible, entre éstos podemos mencionar a:

1. La falta de canales de información técnicamente estructurados
2. La dificultad de calificar objetivamente
3. Lo corto de algunos periodos de prueba
4. La falta de sistemas de adiestramiento

Todo esto hace que se traten de seguir ciertos puntos básicos para poder estructurar un buen sistema de ascensos:

- a) Formar líneas de ascenso, no sólo una sino varias, para poder contar con mayores posibilidades. Hacerlas en base de valuaciones de puestos y formarlas por grupos de trabajos similares.
- b) Los puestos de "supervisión" dentro de cada grupo parece más conveniente ponerlos como posibilidad de ascenso para los subordinados.

- c) Hacer la calificación lo más objetiva posible tomando en cuenta aptitudes, calificación de cualidades actuales y potenciales, estandarizar las pruebas; en caso de empates dar preferencia al más antiguo.

6.3.4 Planes no Económicos

Los incentivos no económicos comprenden todas aquellas recompensas o retribuciones que no tienen relación con los salarios y que, sin embargo levantan la moral del trabajador en grado tal que se hace evidente el aumento en esfuerzo y empeño. En esta categoría se tienen aquellas políticas de empresas que fomentan el desarrollo de conferencias periódicas acerca de prácticas de taller, conversaciones frecuentes con el supervisor, ubicación apropiada del trabajador, innovaciones y mejoras a las técnicas de trabajo, premiación de sugerencias en forma no económica, mantenimiento de condiciones laborales ideales, publicación de los registros de acutación individuales en la producción y muchas otras prácticas utilizadas por cada empresa en particular.

6.4 RAZONES DE LOS FRACASOS DE UN PLAN DE INCENTIVOS

Un plan de pago de incentivos se puede calificar como un fracaso cuando cuesta más su mantenimiento que lo que rinde en realidad, y por lo tanto no se debe seguir con él. Generalmente no es posible señalar la causa inmediata del fracaso de un sistema de incentivos particular. Si los hechos se conocieran completamente, se encontrarían numerosas causas y razones que explicasen la falta de éxito del plan.

A pesar de que al haber realizado encuestas y encontrarse serias causas de fracaso como costos excesivos, actitudes inadecuadas de los trabajadores, tolerancias demasiado liberales, etc., la causa real y principal es la incompetencia de la dirección: personal directivo que permite la adopción de un plan con programación deficiente, métodos insatisfactorios, carencia de estándares comprometedores por lo que la dirección no puede culpar a nadie más que a sí misma por el fracaso del plan.

Desde luego, se puede haber cumplido con todos los requisitos de un sistema de incentivos bien fundamentado, y el plan ser aún insatisfactorio debido a la falta de éxito en fomentar buenas relaciones industriales relativas al programa. Se debe ganar la cabal cooperación de los trabajadores, el sindicato y el personal de supervisión para lograr el espíritu de grupo que es tan necesario para obtener el éxito final en el empleo de un sistema de incentivos.

6.5 CONCLUSIONES

Los principios de los incentivos se han aplicado en talleres y plantas industriales, en la manufactura de productos de diversos tipos, en industrias fabriles y de servicios, y en trabajos de mano de obra directa e indirecta. Los incentivos se han utilizado también para incrementar la productividad, mejorar la calidad y confiabilidad de un producto, reducir los desperdicios, aumentar la seguridad y estimular los buenos hábitos de trabajo, como puntualidad y asistencia constante.

Los sistemas de incentivos bien administrados poseen importantes ventajas tanto para los trabajadores como para la empresa.

El beneficio principal a los empleados es que estos planes hacen posible que acrecienten sus percepciones totales, no en algún momento futuro, sino inmediatamente, en el siguiente pago. La empresa obtendrá mayor producción y, suponiendo que se gane algo en cada unidad producida, alcanzará un mayor volumen de utilidades. Por lo común, las utilidades crecen, no en proporción al volumen de producción, sino cuando tiene lugar una tasa de producción más alta, de modo que decrezcan los costos generales por unidad.

Los incentivos bien planeados y bien administrados acrecentarán la producción y abatirán el costo total por unidad. Generalmente permitirán obtener una compensación que cubra con creces el precio pagado por el incremento de los costos de ingeniería industrial, control de calidad y estudio de tiempos que puedan haber resultado de su uso.

B I B L I O G R A F I A

Hopeman J. R., "Producción Conceptos Control y Análisis" Editorial CECSA, 1a. Edición, México, 1982.

Ireson G. William, "Manual de Ingeniería Económica y Organización Industrial". Editorial CECSA, 2a. Edición, México, 1982.

Maynard H.B., "Manual de Ingeniería de la Producción Industrial", Editorial Reverté, S. A., 1a. Edición, México, D. F. 1960.

CAPITULO VII

Manejo de Materiales y Distribución en Planta

- 7.1 Relación que Existe Entre el Manejo de Materiales y la Distribución en Planta.**
- 7.2 Manejo de Materiales**
 - 7.2.1 Introducción**
 - 7.2.2 Principios Fundamentales**
 - 7.2.3 Criterios y Métodos de Análisis para la Selección de Equipo**
- 7.3 Distribución en Planta**
 - 7.3.1 Introducción**
 - 7.3.2 Tipos Básicos de Distribuciones**
 - 7.3.3 Consideraciones para Crear una Distribución Efectiva**
 - 7.3.4 Diseño de los Patrones de Flujo**
 - 7.3.5 Criterios para Elaborar Proyectos de Distribución**
 - 7.3.6 Planeación Sistemática de Distribuciones**
 - 7.3.7 Planeación de Distribuciones Ayudada por Computadora**
- 7.4 Conclusiones**
- 7.5 Bibliografía**

7.1. RELACION QUE EXISTE ENTRE EL MANEJO DE MATERIALES Y LA DISTRIBUCION EN PLANTA.

Si se determinan con gran detalle todos los equipos de trabajo requeridos para una operación dada, pero no existe una adecuada combinación entre ellos, no puede lograrse una disposición práctica de las instalaciones industriales. Quizá la mayor justificación de alguna actividad práctica de distribución en planta de las instalaciones dimana de su habilidad para eliminar o reducir las operaciones de movimiento de materiales. Siguiendo el mismo razonamiento, se sabe que sólo mediante distribuciones prácticas y efectivas pueden ser eliminadas o mejoradas muchas operaciones de manejo de materiales. Es muy importante, por lo tanto, tener presente el hecho de que el emplazamiento del equipo en una planta o fábrica determina el volumen necesario de manejo de materiales. Coincidente con el emplazamiento del equipo está la situación de las áreas de servicio, tales como almacenes, cuarto de herramientas, lavaderos, oficinas, plantas de ensayo y similares.

Ya que la distribución de las instalaciones ejerce tan destacada influencia sobre la eficacia del manejo de materiales de una planta, el ingeniero industrial deberá tener presente la disposición de los manejos de materiales que tengan una decisiva influencia sobre el trazado práctico de las instalaciones industriales.

7.2. MANEJO DE MATERIALES

7.2.1. Introducción

Como el movimiento de materiales absorbe a veces hasta un 90% del valor del trabajo, cada vez más empresas están prestando una mayor atención al manejo de materiales considerándolo como una operación separada. Algunas compañías le han adjudicado una plana mayor de importancia, de acuerdo con la producción o con el control de calidad, mien-

tras que otras han preferido distribuir la responsabilidad para el manejo eficiente de materiales entre los supervisores industriales y los consultores de movimiento de materiales. Por lo menos debe existir una persona responsable para el éxito de cualquiera de estos métodos y la cual generalmente es el ingeniero industrial.

Si el ingeniero industrial es responsable de la eficiencia del movimiento de materiales, estará ampliamente implicado en el análisis de las operaciones que a éste se refieren. Este análisis de operaciones por secciones individuales de la fábrica no ha de ser necesariamente breve y sencillo; el análisis puede llegar a abarcar todo el proceso industrial. Las operaciones de la planta, de las cuales será directamente responsable el ingeniero o la dirección serán: empaques, recepciones, almacenaje, manejo entre plantas, manejo entre procesos, embalajes, selección de equipo y mantenimiento, instrucción, almacenamiento en los patios, métodos de análisis, estudio de manejo de costos y de procedimientos de almacenaje, etc. Además estará implicado en el control de inventarios, programas de seguridad, relaciones de trabajo, compras, distribución en planta y transportes. En el aspecto más amplio, sus deberes consistirán en establecer y mantener la adecuada circulación de material a través de la fábrica, de la manera más eficiente y económica.

Definiciones (1)

Manejo de Materiales.- Es el referente a cualquier movimiento de materiales, vertical, horizontal o ambos, manual o mecánicamente en partidas o pieza por pieza.

Transporte- Movimiento en lote o partida de producto desde un centro de producción o zona de almacenamiento a otro. La finalidad del transporte es situar al producto para someterlo a operaciones adicionales o para almacenarlo. El transporte se consigue normalmente mediante -

"personal de transporte" y/o con el equipo de manejo de materiales.

Transferencia - Movimiento de piezas, de una en una o en pequeñas cantidades desde un contenedor a una máquina, donde la operación es realizada y de nuevo a otro contenedor. Ordinariamente, este manejo es realizado por el operario de la máquina y no es cargado como costo de manejo de materiales.

Materiales sueltos- Cualesquiera materiales que se encuentran sueltos y se manejan en cantidad sin estar contenidos en cajas, cajones, barriles y similares. El equipo de manejo de materiales para materiales sueltos se denomina contenedor temporal y el movimiento tiene lugar mediante accesorios tales como tuberías, paletas, bandas, toboganes, etc. El material es depositado normalmente en una tolva, tanque, elevador u otro contenedor desde el cual es introducido en el equipo de proceso.

Materiales Empaquetados- Los materiales contenidos en recipientes de tamaño conveniente tales como sacos, cajas, cestos, cartones, latas, barriles, u otros tipos de contenedores que pueden ser manejados como piezas individuales por el sistema de manejo de materiales.

Carga Unitaria - Un cierto número de unidades empaquetadas montadas conjuntamente sobre una carretilla elevadora, plataforma o caja deslizable para moverlas como si fuesen una sola unidad. La carga unitaria puede estar constituida por un cierto número de piezas individuales fijadas a una plataforma o en el interior de una caja. Se utiliza más frecuentemente junto con carretillas elevadoras y para finalidades de almacenamiento, movimiento sobre rieles y de embarque pero puede utilizarse con artículos voluminosos en operaciones de fabricación.

Remanipulación- Término aplicado al movimiento de una pieza, paquete o carga unitaria. La remanipulación consiste en tomar, mover y dejar. Este término se utiliza más frecuentemente en el análisis de las opera

ciones de manejo a fin de descubrir manejos innecesarios o excesivos que pueden ser eliminados.

Cabe agregar a estas definiciones la del proceso científico de manejo de materiales y que se expresa así:

El manejo científico de materiales es el traslado y almacenamiento de materiales al menor costo posible mediante el uso de métodos y equipos adecuados. Esta definición comprende los objetivos fundamentales del movimiento eficiente de materiales:

- a) Ahorrar dinero
- b) Ahorrar tiempo

7.2.2 Principios Fundamentales

Los principios de manejo de materiales — aseveraciones cualitativas que en general son ciertas— pueden utilizarse para guiar el análisis y la decisión en lo referente a un problema de manejo. La finalidad de los principios es impedir errores serios que procedan de estudios superficiales o exámenes incompletos de un problema. Los principios no proporcionan la solución; no obstante, señalan consideraciones importantes en la misma solución. De hecho, algunos de los principios tienden a ser contradictorios pero incluso éstos desempeñan la útil función de remarcar las condiciones únicas para un problema que deba analizarse desde dos o más puntos de vista completamente distintos.

Los siguientes principios se han adaptado de los contenidos del texto Material Handling de Stocker (2):

1. El objetivo del análisis del manejo de materiales debe ser la eliminación de la necesidad del manejo como una función aparte.

2. Deben utilizarse estudios de métodos para determinar el mejor equipo y los mejores métodos de manejo para las condiciones concretas que se presentan.
3. Deben emplearse los principios de economía de la ingeniería para seleccionar el método o el equipo alternativo más económico cuando los estudios de métodos no son definitivos.
4. No se conseguirá la economía de prospección en el manejo de materiales a no ser que se coordinen las funciones de manipulación con las demás actividades de la planta mediante sistemas de control eficientes.
5. La economía de funcionamiento se obtiene mediante:
 - a. Reducción del tiempo muerto o terminal del equipo de manejo al mínimo.
 - b. Aumentando el tamaño de la unidad manipulada o de la carga unitaria.
 - c. Empleando equipo mecánico o motor para realizar la tarea.
 - d. Substituyendo el equipo y los métodos obsoletos por otros más económicos.
 - e. Utilizando equipo versátil que pueda emplearse en trabajos de manejo distintos.
 - f. Seleccionando equipo de proyecto normalizado en vez de equipo especialmente proyectado y construido.
 - g. Reduciendo la relación entre el peso muerto del equipo y el peso útil de la carga a un mínimo.
 - h. Aumentando la velocidad de la función de manipulación sin aumentos correspondientes en los demás costos de funcionamiento.
 - i. Proporcionar inspección y mantenimiento preventivo a fin de re

- ducir fallas y reparaciones de emergencia.
- j. Mantener condiciones de trabajo seguras y entrenando a los manipuladores de materiales en prácticas seguras.
6. La economía de los sistemas de manejo de materiales se mide mediante el costo del manejo por tonelada o unidad para un movimiento específico.
 7. Los costos del manejo de materiales aumentan al aumentar la distancia de manejo pero la velocidad del aumento difiere según los sistemas y no es necesariamente proporcional a la distancia.
 8. Los materiales deben moverse por acción de la gravedad siempre que las economías así obtenidas no estén contrarrestadas por costos extras de las instalaciones de la fábrica o de la mano de obra necesaria para su accionamiento.
 9. El sistema elegido debe proporcionar flexibilidad para afrontar cambios en la producción, los productos o la distribución.
 10. Siempre que los métodos de manejo de materiales afecten a los costos de producción, debe seleccionarse la combinación que minimiza el total de estos costos.
 11. Siempre que sea posible, el sistema de manejo debe combinarse con el equipo de producción de manera que el transporte y la transferencia se consigan sin asistencia humana y sin interrupción del proceso.

Randolph W. Mallick, ingeniero de la producción industrial del departamento ejecutivo de la Westinghouse Electric Co. ha definido los principios fundamentales del manejo de materiales de la siguiente manera:

1. En el análisis de una operación industrial, todo movimiento de materiales será eliminado en donde quiera que sea posible.

2. Las operaciones de manejo de materiales que no puedan ser eliminadas, serán mecanizadas siempre que sea posible. Esto está regido solamente por razones de economía o seguridad.
3. Al preparar una nueva distribución en planta o al revisar una distribución ya existente, hay que estar seguros de que cada operación de movimiento de materiales está planeada propiamente.
4. Antes de decidirse o especificar sobre algún tipo de equipo de manejo mecánico para efectuar una operación, hay que estar seguros de poder hacer un método completo de análisis y determinar el tipo de equipo más adecuado y económico para ejecutar la operación.
5. Seleccionar el equipo sobre las bases de máxima economía y adaptabilidad.
6. Estar seguros de que toda la organización comprende el plan y se solidariza con él.

Estas dos concepciones de los principios fundamentales del manejo de materiales son básicamente las mismas y serán de mucha utilidad cuando se requiera efectuar un proyecto que se refiera a la distribución de una nueva instalación o a la redistribución de una planta ya existente, a la incorporación de nuevos métodos de producción, o a la implementación de un nuevo sistema de manejo de materiales.

7.2.3 Criterios y Métodos de Análisis para la Selección de Equipo.

Criterios de Selección de Equipo (3)

La elección de un sistema de manejo de materiales implica dos tipos de problemas: problemas técnicos y problemas económicos. Los problemas técnicos se refieren a la determinación de qué sistemas de manejo reali

zarán satisfactoriamente la función de manejo requerida. La solución de los problemas técnicos proporciona las diversas alternativas que son analizadas a continuación como problemas económicos. Las especificaciones para seleccionar un sistema técnicamente satisfactorio pueden establecerse casi por completo según las siguientes características.

1. Flexibilidad. La flexibilidad de un sistema de manejo de materiales se refiere a su adaptabilidad a las variaciones en las condiciones de funcionamiento. Entre estas condiciones variables pueden citarse distintos tamaños de productos, naturaleza, forma y peso variables, variaciones de las cantidades a manejar, distribuciones, maquinaria, y procesos de producción nuevos. Algunas de las causas comunes de variaciones en el problema de manejo son los cambios estacionales y cíclicos en la demanda, desarrollo de productos nuevos o complementarios, obsolescencia de los productos, desplazamientos del mercado, obsolescencia del equipo de producción, etc. Cuanto mayor sea la probabilidad de que estos cambios se presenten, mayor es la necesidad de un sistema de manejo de materiales flexible.

La flexibilidad de los sistemas de manejo de materiales puede lograrse mediante características tales como:

- a. Capacidad para manejar eficientemente diferentes tamaños de paquetes simultáneamente y a intervalos irregulares (transportadores de cintas de goma, transportadores de rodillos, carretillas, elevadoras, convoys de tractores con remolques, toboganes en espiral).
- b. Capacidad de ser dispuestos de nuevo con facilidad para acomodarse a un camino de movimiento distinto (carretillas elevadoras, transportadores a motor en oposición o monorrieles aéreos, canales subterráneos, ascensores).

- c. Capacidad de fijar el equipo estándar con guías o fijaciones especiales para llevar a cabo un trabajo especializado que de otra manera requeriría un sistema especialmente proyectado (sistemas de monoriel para salas de acabado con distintos tipos de ganchos a fin de acomodar tamaños y formas muy variables de productos a través de una secuencia de operaciones).
2. Exigencias de espacio. Todos los sistemas de manejo de materiales requieren espacio. Algunos ocupan constantemente un espacio en el piso en tanto que otros lo ocupan intermitentemente. Algunos ocupan un espacio vertical que de otra forma no se utilizaría. Los camiones, trailers y el equipo móvil utilizan el espacio de los pasillos que también es utilizado para la circulación del personal, pero pueden exigir que los pasillos sean mayores de lo que sería necesario. La elección de un sistema que emplee más económicamente el espacio disponible tanto horizontal como vertical puede eliminar la necesidad de ampliación del edificio. Las instalaciones de almacenamiento ordinariamente forman parte del sistema de manejo pudiéndose doblar o triplicar la capacidad de almacenamiento empleando paletas, cajas de almacenamiento o entre suelos, suponiendo que el sistema de manejo fué elegido apropiadamente. Mediante las economías relacionadas con la utilización de espacio, el sistema de manejo de materiales puede ampliar eficazmente la capacidad de la fábrica sin comprometer a largo plazo la inversión de capital en los edificios de la planta.
3. Supervisión. Todos los sistemas de manejo de materiales requieren de cierta dirección, coordinación y supervisión para desarrollar eficazmente la tarea asignada. Sin embargo, cuando el sistema progresa desde el tipo continuo completamente automático al sistema de unidades móviles despachadas individualmente, la magnitud del esfuerzo humano requerido para la supervisión, coordinación, y funcionamiento es un gasto anual continuo; resulta provechoso utilizar el sistema más automatizado según las condiciones

existentes. Las condiciones que tienden a señalar sistemas automáticos o semiautomáticos son:

Una línea de productos estabilizada.

Volúmenes y cargas muy uniformes.

Tareas normalizadas o normas de movimiento fijas.

Un volumen suficiente que justifique la inversión incluso si las diversas partes del sistema se utilizan sólo intermitentemente.

En cualquier sistema semiautomático o automático debe tenerse en cuenta la probabilidad de interrupciones y sus consecuencias en la pérdida de producción, costo de mantenimiento y mano de obra ociosa al tomar la decisión final.

4. Velocidad. La velocidad de desplazamiento del equipo de transporte desempeña un papel importante en la determinación del sistema más económico. Hay dos puntos a considerar: ¿La velocidad debe ser fija o variable? ¿Proporcionará la velocidad, en relación con la capacidad de carga, el volumen requerido de movimiento?. Siempre que el sistema forme parte integral del proceso de producción, como en un trabajo cuyo ritmo se fija mecánicamente, es casi esencial que la velocidad sea variable. Otras razones para elegir un mecanismo de velocidad variable son la calidad deficiente de los materiales, operarios inexpertos, ausentismo y variaciones en el proceso de producción.

Un aumento en la velocidad de operación puede permitir la elección de una unidad de capacidad inferior con una menor inversión. Sin embargo, las consecuencias de una velocidad elevada, tales como un mayor daño a los materiales, desarrollo de calor, mantenimiento mayor y peligros de una interrupción súbita, deben ser ponderadas cuidadosamente frente a las ventajas.

5. **Potencia.** La naturaleza y situación del movimiento pueden limitar el equipo de manipulación al empleo de ciertos tipos de potencia. Las unidades móviles con un margen ilimitado deben disponer de unidades de potencia autocontenidas tales como motores de combustión interna o baterías de acumuladores. Los sistemas fijos, con zonas de servicio limitadas pueden hacer uso de la gravedad, electricidad (por línea), potencia hidráulica o motores de combustión interna. Tanto la inversión inicial como el costo de la potencia o combustible varían según el tipo de potencia utilizada. Las restricciones en cuanto al empleo de ciertas fuentes de potencia (por ejemplo, el empleo, de motores de gasolina en espacios cerrados o en zonas que contengan materiales explosivos) pueden eliminar el posible empleo del sistema más satisfactorio o más económico.

6. **Camino de Movimiento.** El camino de movimiento puede clasificarse como fijo o variable y en este caso, en limitado e ilimitado. Ciertos materiales o piezas siguen siempre el mismo camino a través de una fábrica y pasan por la misma secuencia de operaciones. El camino del movimiento es fijo y para el movimiento continuo o intermitente de materiales a través del mismo pueden utilizarse sistemas de manejos que proporcionen caminos de movimiento fijos, tales como líneas de transporte a rodillos o líneas monoriel aéreas accionadas por cadena.

Si los volúmenes son limitados y si las mismas unidades de manejo deben dar servicio a muchos materiales o piezas distintas, el camino de movimiento debe ser variable. El camino es limitado y variable si el movimiento se ha de reducir a una zona relativamente pequeña. Como ejemplos de camino limitado variable pueden citarse las líneas de arrastre para manejar materiales voluminosos (como desde un almacén de carbón a una central), una grúa puente que proporciona un movimiento completamente variable dentro de los límites de su recorrido, transportadores seccionales que pueden ser desplazados fácilmen

te dentro de almacenes y sistemas transportadores que incorporan un buen sistema de conmutación para permitir un gran número de movimientos distintos. Los caminos variables ilimitados requieren el empleo de unidades móviles tales como carretillas de mano y grúas móviles.

El equipo de camino variable exige generalmente una mayor supervisión y coordinación, a fin de efectuar los movimientos deseados bajo programación como lo hace el equipo de camino fijo o incluso el de camino variable limitado.

Por otro lado, es casi axiomático que el equipo de camino fijo puede utilizarse tan sólo en relación con la distribución de línea o de pro ducto.

Al mismo tiempo que se considera el camino de movimiento, es importante analizar las posibilidades de llevar a cabo tanto las funciones de transporte como de traslado con el equipo de manejo. Es imposible enumerar todos los métodos posibles para conseguir este objetivo. Algunos son muy simples y otros son elaborados y caros. La naturaleza del producto, la naturaleza de la operación o proceso, los volúmenes a manipular, y las normas relativas de tiempo para operaciones sucesivas son factores a tener en cuenta en el análisis y el proyecto de un sistema como éste.

El almacenamiento temporal de los materiales en el sistema de manejo es una forma de eliminar remanipulaciones. Esta posibilidad debe estudiarse junto con la determinación del camino de movimiento.

7. Capacidad de Carga. El término capacidad de carga se refiere a la posibilidad del equipo para soportar una cierta carga. Desgraciadamente, todos los equipos no están clasificados sobre la misma base. La mayoría de los transportadores están clasificados según la carga segu ra en libras por pie de longitud. Las carretillas elevadoras, los trailers y los carros de taller se clasifican según el peso que pueden

Categoría	Materiales		Herramientas		Equipos		Mantenimiento		Transporte		Seguros		Otros		Total	
	Descripción	Unidad	Descripción	Unidad	Descripción	Unidad	Descripción	Unidad	Descripción	Unidad	Descripción	Unidad	Descripción	Unidad	Descripción	Unidad
Materiales	Acero	kg	Aluminio	kg	Latón	kg	Cuero	kg	Plástico	kg	Vidrio	kg	Carbón	kg	Gasolina	litros
	Aluminio	kg	Latón	kg	Cuero	kg	Plástico	kg	Vidrio	kg	Carbón	kg	Gasolina	litros		
	Carbón	kg	Gasolina	litros												
	Gasolina	litros														
Herramientas y Equipos	Herramientas	Unidad	Equipos	Unidad												
Mantenimiento	Repuestos	Unidad	Mantenimiento	Unidad												
Transporte	Camiones	Unidad	Autobuses	Unidad												
Seguros y otros	Seguros	Unidad	Otros	Unidad												
Otros	Alquiler	Unidad	Comunicación	Unidad												

Fig. 7.1 Equipo Normalizado para el Manejo de Materiales.

transportar. En el caso de las carretillas elevadoras, este peso se especifica a una cierta distancia frente a las horquillas, pero en realidad, está determinado por la distancia desde el centro de gravedad de la carga. Tipos distintos de carretillas elevadoras con la misma capacidad nominal pueden tener capacidades de carga reales muy distintas.

En el caso de transportadores de banda o de tornillo, la naturaleza del material, el tamaño de las piezas, la densidad y el ángulo de reposo determinan cuánto puede moverse el material bajo condiciones diversas y mediante distintos tamaños de transportadores.

Lo que realmente define la capacidad de suministro del sistema de manejo es la combinación de la capacidad de carga y la velocidad del equipo.

Existen materialmente centenares de sistemas de manejo de materiales disponibles de proyecto normalizado entre los cuales elegir dos o más sistemas técnicamente satisfactorios para un completo análisis económico. Puesto que sería económicamente impracticable realizar un estudio completo de cada sistema posible, es esencial eliminar un gran número de sistemas rápida y fácilmente sin correr ningún riesgo serio de eliminar uno de los sistemas más económicos. Es por esta razón que se debe remarcar la importancia de efectuar la recopilación de la información necesaria para permitir al ingeniero la comprensión completa de los problemas de manejo, así como la especificación de las características que darán lugar a un sistema de manejo técnicamente satisfactorio. Siguiendo estas ideas y utilizando una lista de comprobación tal como la indica en la Fig. 7.1 el ingeniero es capaz de situar rápidamente los tipos de equipo de manejo que satisfacen las exigencias del proyecto.

La Ecuación de Manejo de Materiales (4)

Ya que las funciones de manejo son tan importantes y amplias, se requiere de una conceptualización o filosofía en la cual se pueda basar el estudio y análisis de los problemas de manejo.

La "Ecuación de Manejo de Materiales" ha demostrado ser una herramienta útil para poder visualizar los diversos aspectos que influyen al manejo de materiales. Si observamos la Fig. 7.2 veremos que existen seis preguntas principales que contestar para poder buscar la solución a un problema específico de manejo de materiales. La primera de estas preguntas es ¿Porqué hacer esto del todo? la cual requiere de un análisis serio del problema para asegurar que el problema existe y que ha sido identificado claramente. El análisis prosigue con la pregunta ¿Qué? - refiriéndose al material o artículo a ser movido. Ahora el analista considera las preguntas ¿Dónde? y ¿Cuándo? - las cuales identifican y especifican el tipo de movimiento que se requiere. Finalmente se considera el ¿Cómo? y el ¿Quién? - las que involucran al método a emplear. En el pasado muchos de los analistas han enfrentado serios problemas en lo que a manejo de materiales se refiere ya que han ido del ¿Qué? al ¿Cómo?

Observando cuidadosamente estas seis preguntas se puede notar que el problema de manejo ha quedado dividido en 3 fases: la del material, la del movimiento, y la del método, pudiéndose así atacar el problema en forma mucho más eficaz.

Otra herramienta que es muy útil es el análisis del manejo de materiales es la "Hoja de Estudio para el Manejo de Materiales". Esta hoja puede estar diseñada para uso general (como la que se presenta en la Fig. 7.3) o para cierto tipo de industrias o departamento específicos.

El empleo de esta herramienta es una buena base para poder contestar las preguntas involucradas en la Ecuación de Manejo de Materiales.

Adaptación del Sistema de Manejo a la Distribución en Planta

El manejo de materiales eficiente no sucede por casualidad. Es el resultado de un cuidadoso análisis de la operación como un todo con el objetivo de implementar un patrón de flujo bien planeado por medio de métodos y equipos apropiados. El procedimiento correcto para llegar a este resultado se puede obtener siguiendo las instrucciones que a continuación se presentan.

Fig. 7.3 Hoja de Estudio para el Manejo de Materiales

HOJA DE ESTUDIO PARA EL
MANEJO DE MATERIALES

Planta _____ Localización _____
 Depto. _____ Operación _____
 Analista _____ Fecha _____

Indicadores de Oportunidades de Mejoras	Marcar		Comentarios
	Sí	No	
1. Amontonamiento			
2. Poca Limpieza			
3. Pasillos Desordenados			
4. Exceso Mats. en Proceso			
5. Areas Desocupadas			
6. Mats. Apilados en el Piso			
7. Espacio Aéreo no Utilizado			
8. Mats. Deteriorados			
9. Exceso de Basura			
10. Transportes Largos			
11. Patrones de Flujo Complejos			
12. Tránsito Cruzado			
13. Deptos. Relacionados Dists.			
14. Obstrucciones para el Mov. de Materiales			
15. Aglomeraciones de Tráfico			
16. Suelos Descuidados			
17. Exceso de Manejo Interdept.			
18. Ineficiente Retiro de Desperdicio y Basura			
19. Exceso de Mats. en Areas de Trabajo			
20. Manejos Innecesarios			
21. Equipo de Manejo Oscioso			
22. Equipo de Prod. Oscioso			
23. Personal Oscioso por Falta de Material			
24. Altos Costos Indirectos			
25. Altos Costos de Manejo			
26. Demoras Injustificadas			
27. Pasillos Rebuscados			
28. Pasillos Angostos			
29. Pasillos no Señalizados			
30. Mal Uso de las Rampas para Recepción y Embarque			

1. Entender el concepto de sistema
2. Repasar el criterio de diseño de sistemas
3. Establecer objetivo del sistema de manejo
4. Obtener la información necesaria
5. Desarrollar los patrones de flujo preliminares
6. Identificar las actividades y las interrelaciones que existen entre estas.
7. Determinar los requerimientos de espacio y designar la localización de cada área.
8. Establecer el patrón de flujo
9. Identificar y documentar los requerimientos de los movimientos.
10. Analizar las características del material
11. Establecer las características deseables o existentes del edificio
12. Estudiar los sistemas de manejo fundamentales
13. Determinar la posibilidad y necesidad de mecanización
14. Relacionar las características del material y los requerimientos de movimiento a los sistemas y equipos alternativos.
15. Efectuar la selección preliminar del sistema básico de manejo y equipo suplementario.
16. Reducir las opciones de equipo
17. Evaluar las alternativas
18. Seleccionar el sistema y equipo más adecuado.
19. Verificar el equipo seleccionado en función de su compatibilidad
20. Preparar especificaciones de rendimiento
21. Adquirir el equipo
22. Implementar físicamente el sistema.

Consideraciones Sobre el Manejo de Materiales para la Distribución Práctica de las Instalaciones Industriales.(5)

Con el fin de incorporar los métodos más efectivos del manejo de materiales a una distribución, el ingeniero o técnico responsable debe tener en mente los siguientes puntos:

1. Es imposible producir materiales sin manejarlos y desplazarlos. Sin embargo, los exámenes realizados revelan que una gran parte de los movimientos son enteramente innecesarios desde el punto de vista de las exigencias del ciclo industrial. El recoger y depositar en el piso y los transportes que sufren muchos materiales están desligados de la operación del proceso real. Estos son movimientos que son susceptibles de ser eliminados, que pueden ser simplificados o mecanizados, o ambas cosas a la vez. Para poder hacerlo así, el planeamiento debe ser correcto.
2. Desde hace años, la distribución en planta ha sido diseñada en torno a las necesidades de los procesos industriales con poco o ningún concepto lógico sobre los materiales en proceso en cada puesto de trabajo.
3. Al revisar planes, los supervisores están interesados especialmente en la suficiencia del proceso y capacidad de las instalaciones. Esto es, desde luego importante, pudiendo así descubrir prontamente ciertos errores u omisiones. La recepción, almacenamiento temporal, movimientos para el proceso, departamentos para herramientas, inspecciones, estacionamientos para expediciones, verificaciones, embalaje, almacén y embarques representan muchas veces una porción igual o mayor del costo de producción, aunque no reciban la misma consideración en la distribución en planta. Estas secuelas son conocidas por el nombre de "costos secretos" de manipulación.
4. El ingeniero encargado de la distribución en planta ha de tener siempre presente que los materiales de construcción, proyectos de edificios y modernos equipos para manejo de materiales hacen innecesarios, e incluso no deseables, las tradiciones y precedentes de antaño en los diseños de distribución en planta. Radicalmente nos opondremos a introducir las normas de transmisión a máquinas accionadas en serie mediante un eje único, construcciones con espacios cerrados entre columnas, iluminación natural y otras malas costumbres similares de tiempos pasados. Cada columna requiere 0.093 m^2 (1 pie cuadrado) de espacio útil, invalidando alrededor

de 0.83 a 1.393 m² (9 a 15 pies cuadrados) de espacio efectivo de - - acuerdo con las opiniones de las autoridades.

5. Al planear una construcción, tanto nueva como suplementaria de otra, debe recordarse que los materiales disponibles permiten tener espacios prácticamente despejados de 24.40 a 30.5 m (80 a 100 piez) sin el proyecto de la construcción o aumentar costos.
6. Los equipos modernos de ventilación e iluminación hacen raramente - necesario situarlos en un lugar que no sea el más efectivo.
7. Las distribuciones de fuerza motriz y dispositivos de protección perfeccionados permiten instalar y controlar los equipos en forma más efectiva, pese a las resistencias ofrecidas o a las complicaciones en los controles.
8. Sin embargo, al efectuar la planeación de los equipos, el ingeniero industrial deberá prestar atención a esta lista de axiomas del manejo de materiales.
 - a. Proporcionar pasillos bastante anchos para acomodar con seguridad los tipos más recientes de equipos móviles de manejo de materiales. Al mismo tiempo es preciso preveer las cargas elevadas y la circulación de peatones.
 - b. Proporcionar espacio para depositar temporalmente ciertas unidades de trabajo en proceso de tal forma que evite nuevas manipulaciones sobre ellos.
 - c. Mantener las piezas de trabajo a un nivel conveniente para su procesamiento y transporte.
 - d. No depositar nunca materiales en el suelo, a menos que sea absolutamente necesario. Esto requiere, por regla general, trabajo manual para descargar y volver a cargar cada vez.

- e. Eliminar el aislamiento, siempre que sea posible, evitando encerrar los materiales en almacenes, a menos que prevalezcan ciertas condiciones (como las indicadas a continuación) que puedan obligar forzosamente a hacerlo.
1. Cuando los materiales deban ser rigurosamente inventariados.
 2. Cuando los materiales puedan fácilmente perderse, ser hurtados o deteriorarse.
 3. Cuando los materiales no sean fácilmente asequibles, excepto mediante largos plazos de entrega. Usualmente, los almacenes de esta clase requieren manipulaciones adicionales para entrada y salida de materiales y, frecuentemente, labor adicional de papeleo.
- f. Planear las primeras operaciones lo más cerca posible de la recepción. Si es posible, llevar el material directamente a la primera operación, después de efectuada la inspección de entrada.
- g. Al analizar la distribución, determinar si es o no posible que los materiales sean recibidos en forma adecuada, en vasijas o cajas, de modo que no requieran nuevos desplazamientos o manipulaciones entre la recepción y su primera utilización.
- h. En la elaboración de productos con elevado porcentaje de desperdicios, determinar si puede lograrse o no que una gran cantidad de residuos sea eliminada rápidamente del ciclo industrial, para suprimir una buena parte del manejo de aquellos materiales que eventualmente se convertirán en chatarra.
- i. Proporcionar un sistema adecuado para transportar los desperdicios. Los materiales de desecho deben ser eliminados sin pérdida de tiempo, de otro modo, la producción no puede continuar. Muchos proyectos de distribución que no proporcionan una remoción eficaz de la chatarra ó desperdicio, son víctimas de excesivos movimientos de materiales y costos.

- j. Donde quiera que sea posible, mantener los materiales fluyendo - de una estación de trabajo a otra, sin estaciones intermedias. Este es el sistema más eficiente de manejo de materiales.
- k. Para conservar espacios libres en la planta, utilizar sistemas elevados de transporte y almacenaje.
- l. Conducir los materiales a granel o en unidades completas, cuando deban ser manejados y almacenados intermitentemente.
- m. Planear los puntos de inspección en la circulación del trabajo, para evitar si es posible, movimientos laterales de los materiales. Estos movimientos son costosos y retrasan el ciclo industrial.
- n. Planear las operaciones de embalaje en el extremo de la línea de fabricación. Evitar empaquetar y manejar de nuevo por expedidores en otro lugar.
- o. Embarcar directamente desde el piso o plataforma de embalaje, si las cargas son repetitivas para un solo destino y las cantidades certifi- cadas.
- p. En lo referente a manejo de materiales entre plantas, proveer movi- mientos de las unidades de masa en envases normalizados y evitar em- paquetar siempre que sea posible. Esto ahorra el costo del empaque- tado de los materiales. Si el material ha de ser sometido a opera- ciones posteriores, determinar si puede ser embarcado de tal manera que permita su uso sin nuevas manipulaciones en el punto de recep- ción.
- q. Al planear zonas de recepción y expedición, proporcionar los muelles necesarios que permiten cargar los materiales en camiones y vagones de ferrocarril con el equipo necesario. Recibir y embarcar unidades completas donde quiera que sea posible.
- r. Usar patios para almacenamiento cuando los materiales no necesiten protección contra los agentes atmosféricos para ahorrar espacio in-

- terno, que puede ser destinado a operaciones productivas. Planear el almacenamiento, sin embargo, de manera que los materiales puedan ser desplazados en unidades completas mediante carretes y grúas, sin tener que volverlos a manejar.
- s. Los materiales que requieren protección deben ser almacenados por un período de tiempo libre con protección temporal tal como cubiertas de lona, envolturas impermeables, etc.
 - t. Planear las operaciones de tal manera que no haya necesidad de "papeleo" innecesario. Procurar que el trabajo de oficina sea efectuado cerca de donde se practican las operaciones de producción. Esto ahorra, a menudo, mucho servicio de recados y evita demoras en la producción.
 - u. Considerar como necesarias las ayudas mecánicas cuando los trabajadores:
 1. Deban elevar más de 34 kg. (75 lb). Para las operaciones femeninas esta cantidad se reduce a 16 kg. (36 lb)
 2. Cuando deben manejar la misma clase de materiales más de media hora cada día.
 3. Cuando los operarios o manipuladores deben desplazar materiales a más de 15.25 m. (50 pies).
 - v. Al planear la distribución se tendrán en cuenta ciertas consideraciones para utilización de los siguientes tipos de equipos de manejo de materiales donde pueden ser usados con protecciones o dispositivos de retén.
 1. Movimiento dentro de un grupo. (Cricos ó gatos elevadores accionados a mano).
 2. Movimiento dentro de una sección o departamento (no superior a 4.575 m.) (Motorizado, Carros elevadores conducidos a mano).
 3. Movimiento y apilamiento dentro de una sección o departamento

(no superior a 45.75 m) (Motorizado. Carro con horquilla elevadora, conducido manualmente).

4. Movimiento entre departamentos y edificios (alrededor de 152 m). (Accionado mecánicamente. Tipo de transportador; carretón eléctrico de horquilla elevadora o de plataforma elevadora).
 5. Movimientos entre departamentos y edificios a distancias superiores a 152.5 m (treves tractor con remolque). Un operario con carretilla de mano cuesta un 25% menos por hora que un operario con cuatro horquilla. El último, sin embargo, realiza un trabajo alrededor de 10 veces mayor.
- w. En donde sea posible, serán planeados, en el estudio de la distribución de secciones industriales, la conducción a mano y el accionado mecánico por carretones horquilla, para facilitar la descarga de trnes remolque y mover y apilar cargas o material en las estaciones de trabajo.
- x. En donde los materiales sigan reiteradamente una ruta fija, aún para distancias considerables, superiores a 305 m (1000 pies), se tendrán en cuenta los transportadores. En tales casos, las largas distancias pueden ser provistas eficazmente con transportadores.
- y. En donde hayan de utilizarse grandes cantidades de materiales comprados, transportados y almacenados en pequeños envases, debe estudiarse la posibilidad de compras en material y su almacenamiento a granel. Esto es particularmente correcto cuando depende del costo de los materiales.
- z. Al planear la distribución, debe preverse con vistas al mantenimiento y servicio. Pueden evitarse muchos gastos si el equipo está facilmente servido. Es particularmente cierto que la manutención del equipo está frecuentemente descuidada. Hay que preveer también el mantenimiento y conservación del personal, para lograr un movimiento eficaz de materiales, facilitando así el que puedan ser eliminados numerosos "desplazamientos lentos".

7.3 DISTRIBUCION EN PLANTA

7.3.1. INTRODUCCION

Uno de los aspectos más importantes del diseño de los sistemas de producción, es el arreglo o distribución de las instalaciones. Este arreglo implica la determinación de la distribución de máquinas, materiales, personal, servicios, etc. Esto constituye un aspecto un tanto complejo del diseño del sistema de producción, ya que abarca conceptos relacionados a campos tales como ingeniería, arquitectura, economía y administración de negocios. Es necesario un enfoque amplio e integrado para asegurarse de que el sistema físico de producción resultante funcione con uniformidad.

Elaborar el plan para la distribución no es un fin por sí mismo, ni siquiera para aquellos encargados del proceso de planeación; más bien el eficientizar las operaciones, incrementar la producción, reducir los costos, incrementar el nivel de servicio a los clientes, incrementar la satisfacción del personal de la compañía entre otros, son generalmente los objetivos que pretenden alcanzar las compañías con una buena distribución. Es importante poner atención a estos (verdaderos) objetivos, de otro modo es fácil pensar que el plan, más que lo que el plan puede lograr si se implementa de manera correcta, es el único objetivo a alcanzar.

Definiciones (6)

Planta. Cualquier lugar en el que se reúnen conjuntamente factores de producción: tierra, mano de obra, capital y empresa para la creación de bienes o servicios.

Planeación de la Fábrica. La formulación de un plan completo para la creación de bienes o servicios. El término abarca la determinación de la situación, procesos de producción, equipo, distribución física, provisiones de personal, oficinas y todas las funciones que son necesarias para la

consecución de los bienes.

Distribución en Planta. El análisis y propósito para el que se ha hecho la disposición física de las instalaciones físicas tras haber decidido el lugar, los procesos de producción y el equipo.

Industria de Proceso por Producto. Una industria en la que es imposible detener el proceso de producción con un limitado aviso anticipado sin sufrir pérdidas considerables en los materiales parcialmente procesados, en daños al equipo o en costos de mano de obra y de materiales necesarios para limpiar y reacondicionar el equipo de producción. Dentro de este grupo podemos tomar como ejemplos a las refinerías de petróleo, industrias de productos químicos, fábricas de papel y cartón, etc.

Industria de Proceso por Operación. Una industria en la que el proceso de producción puede detenerse sin aviso previo o con poca antelación sin sufrir ninguna pérdida excepto las derivadas de la inactividad por parte de los trabajadores y del equipo. Dentro de este grupo podemos tomar por ejemplos a los talleres de carpintería, talleres mecánicos en general, contratistas de obras, etc.

Objetivos

Cada proyecto de distribución tiene sus objetivos particulares y éstos varían según los diferentes puntos de vista de las administraciones de diferentes empresas, así como con las consideraciones que afectan a cada proyecto. Para obtener procesos de planeación y distribución eficientes, se tienen que establecer claramente los objetivos que se desean alcanzar desde el principio de la planeación.

En general los planeadores o analistas de distribuciones persiguen ciertos objetivos comunes en la mayoría de los proyectos y éstos incluyen:

1. Integración. Una integración de todos los factores que afectan a la distribución.
2. Utilización. Una efectiva utilización de la maquinaria, personal y superficie de la planta.
3. Ampliación. Facilidad para ampliar la planta en el futuro.
4. Flexibilidad. Facilidad para los arreglos necesarios.
5. Versatilidad. Facilidad para adaptarse a cambios en el diseño del producto, volumen de producción y mejoras en los procesos.
6. Uniformidad. Una uniformidad en la división de las áreas, así como en el tamaño de las mismas, especialmente cuando las áreas estén separadas por paredes divisorias, pisos, pasillos principales y del tipo.
7. Proximidad. Una distancia mínima práctica para el movimiento de materiales, servicios de soporte y personal.
8. Secuencial. Una secuencia ordenada para el flujo del trabajo y áreas (estaciones) de trabajo limpias con el equipo adecuado para desperdicio, basura, etc.
9. Conveniencia. Para todos los empleados, en operaciones rutinarias, así como periódicas.
10. Seguridad. Seguridad y satisfacción para todos los trabajadores.

J. M. Apple (4) resume todos los objetivos del diseño de distribuciones en uno muy simple:

"En general, el objetivo global del diseño de instalaciones es poner las entradas (materiales, provisiones, etc.), dentro, a través de y fuera de cada instalación en el tiempo más corto posible, a un costo aceptable. En términos industriales, mientras más corto sea el tiempo que un material pasa en la planta, menor será la oportunidad que tendrá de acumular cargos por mano de obra e indirectos".

Como se puede observar de la definición anterior, disminuir el costo total de un producto o grupo de productos es el objetivo de una buena distribución, sin embargo, el concepto de costo total es, en la mayoría de los casos, un término muy difícil de definir. Muchos de los conceptos que influyen en el costo total son sumamente complejos y abstractos. Para darnos una idea de lo anteriormente dicho, conviene enumerar algunos de estos elementos del costo total:

1. Costo de Construcción
2. Costo de Instalación
3. Costo de Manejo de Materiales
4. Costo de Producción
5. Costo de Mantenimiento
6. Costo de Inventarios en Proceso
7. Costo de Seguridad Industrial
8. Costo de Supervisión

Aunque esta lista fuese exhaustiva, desarrollar una función del costo total contemplando estos ocho renglones sería extremadamente difícil.

Los ingenieros industriales que tratan los problemas de las distribuciones en planta, eligen a menudo el objetivo de minimizar el costo de manejo de materiales. Profesionales del medio de la ingeniería industrial como James M. Apple y Harold B. Maynard, han estimado que este costo constituye entre el 30% y el 90% del costo total de un producto.

La elección de minimizar el costo de manejo de materiales se debe a varias razones. Primero, el costo de manejo de materiales es cuantioso y se presenta año con año. Segundo, el costo de manejo de materiales es fácilmente cuantificable; frecuentemente el costo es proporcional a la distancia viajada, y la medición de la distancia es tarea fácil cuando se ha dado la distribución de la instalación. Tercero, el costo de manejo de materiales es (por lo regular) el costo más afectado por la distribución misma.

7.3.2. Tipos Básicos de Distribuciones (8)

Existen dos tipos básicos de sistemas de producción que son por producto y por operación y los cuales definimos brevemente en la sección 7.3.1. Estos dos tipos básicos de sistemas de producción tiene una estrecha relación con los tipos básicos de distribuciones de planta, como posteriormente veremos.

Los tipos básicos de distribuciones son tres:

Primero, está la distribución de posición fija. Esta es una distribución en la cual el material o el componente principal de un ensamble se mantiene fijo en un lugar. No es transportado nunca. Todas las herramientas, maquinaria, personal y otras piezas o materiales, son traídas al componente principal. El trabajo se realiza en su totalidad donde está situado el componente principal. Una persona o una cuadrilla efectúan el ensamble final transportando los subensambles, piezas, etc., a cada punto de ensamble.

Las ventajas de esta distribución son:

1. La manipulación o manejo del ensamble mayor se reduce (incrementando el manejo de partes menores y subensambles).
2. Se les permite a los operadores altamente especializados completar su trabajo en un solo punto; la responsabilidad de la calidad queda fijada a una persona o cuadrilla.
3. Se realizan fácilmente cambios en los productos o en el diseño de los mismos, así como en la secuencia de operaciones a realizar.
4. Se puede trabajar fácilmente con una gran variedad de productos, así como con una demanda intermitente.
5. Es más flexible puesto que no requiere una distribución muy sofisticada ni muy departamentalizada.

Segundo, tenemos la distribución por proceso o por función. Aquí todas las operaciones referentes al mismo proceso o tipo de proceso se agrupan en una sección.

Las ventajas de esta distribución son:

1. Mejor utilización de la maquinaria lo cual conduce a una menor inversión en la misma.
2. Es fácilmente adaptable a una gran variedad de productos, así como a cambios frecuentes en la secuencia de operaciones.
3. Es fácilmente adaptable a variaciones en la demanda.
4. Es más fácil incentivar a los trabajadores por separado para que así incrementen su rendimiento.
5. Es más fácil mantener una continuidad en la producción en el caso de:
 - a. Fallas en la maquinaria
 - b. Escasez de materiales
 - c. Ausentismo de los operadores

Tercero, esta línea de producción o distribución por producto. En este caso un producto o un tipo de producto se fabrica en un área, pero a diferencia de la distribución de posición fija, el material es continuamente transportado. La distribución es tal que las operaciones se realizan en secuencia una detrás de la otra en las áreas adyacentes entre sí. Es to significa que el equipo (sin importar la función que realiza) se acomoda según la secuencia de operaciones a realizar en el producto según dictan las especificaciones de diseño.

Las ventajas de esta distribución son:

1. Una reducción en el manejo de materiales.

2. Una reducción de los inventarios de producto en proceso, permitiendo una reducción en el tiempo de fabricación y una menor inversión en los materiales.
3. Mejor empleo de la fuerza de trabajo:
 - a. Por medio de trabajos no muy especializados, lo cual da flexibilidad a la asignación de cada tarea.
 - b. Por medio de mayor facilidad de entrenamiento.
 - c. Por medio de grandes fuentes de trabajo (puesto que se requiere de operadores no especializados o semiespecializados).
4. Medios de control más simples:
 - a. En la producción, lo cual requiere de menor expedición de documentos.
 - b. Sobre los obreros y menos problemas interdepartamentales, esto permite una supervisión más eficaz.
5. Menores aglomeraciones de material y personal, lo cual permite un empleo correcto de las áreas destinadas a pasillos y almacenes de producto en proceso.

A continuación mencionaremos que tipo de distribución emplear dadas ciertas características.

Se emplea la distribución de posición fija cuando:

1. El formado de los materiales o las operaciones de tratamiento de los materiales requieren de herramientas manuales o máquinas simples.
2. Se fabrican solo unas cuantas piezas de cada artículo.
3. El costo de transportar el componente principal es muy elevado.
4. Los trabajos requieren de mano de obra muy especializada y se desea tener por responsable de la calidad del producto final a cada operador por separado.

Se usa una distribución por proceso cuando:

1. La maquinaria es bastante cara y no se puede transportar con facilidad.
2. Se produce una gran variedad de productos.
3. Existen grandes variaciones del tiempo que requiere cada operación.
4. La demanda de los productos es pequeña o irregular.

Se usa una distribución por producto cuando:

1. Los volúmenes de producción requeridos son muy grandes.
2. El diseño de los productos está lo suficientemente estandarizado.
3. La demanda del producto es bastante uniforme.
4. Se pueden mantener balanceadas las operaciones y el flujo del material sin mayores problemas.

En la práctica, la mayoría de las distribuciones son una mezcla de estos tres tipos básicos, puesto que cada uno ofrece sus ventajas.

La Fig. 7.4 muestra la utilización de los distintos tipos de distribución dadas las características de volumen de producción y el número de productos que se elaboran en cada planta.

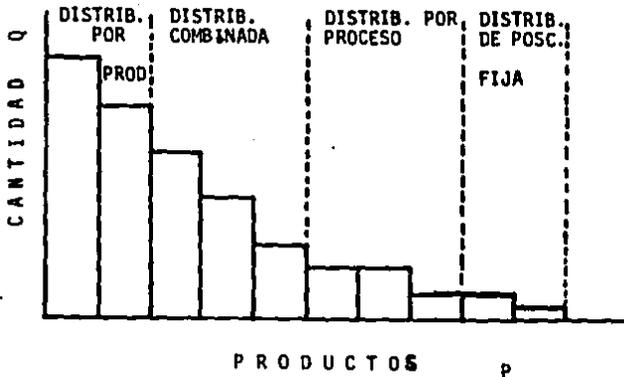


Fig. 7.4. Gráfica P-Q indica la justificación del empleo de cada distribución.

7.3.3. CONSIDERACIONES PARA CREAR UNA DISTRIBUCION EFECTIVA

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DISTRIBUCION EN PLANTA (9)

Los factores que influyen a cualquier distribución se descomponen en - - ocho grupos:

1. El factor "Material", incluyendo diseños, variedades, cantidad, operaciones necesarias y secuencia de las mismas.
2. El factor "Maquinaria", incluyendo el equipo de producción y las herramientas, así como su utilización.
3. El factor "Hombre", incluyendo supervisión y servicios auxiliares, - así como mano de obra directa.
4. El factor "Movimiento", incluyendo el transporte interno e interdepartamental y la manipulación en las diferentes operaciones, almacenajes e inspecciones.

5. El factor "Espera", incluyendo almacenajes temporales, permanentes, y demoras.
6. El factor "Servicios", incluyendo mantenimiento, inspección, desperdicios, programación y expeditación.
7. El factor "Edificio", incluyendo aspectos exteriores e interiores -- del edificio, aprovechamiento del equipo y de la distribución.
8. El factor "Cambio", incluyendo versatilidad, flexibilidad, y expansión.

GUIAS FUNDAMENTALES PARA GENERAR UNA DISTRIBUCION EFECTIVA

Básicamente todas las distribuciones involucran tres guías fundamentales:

1. Relaciones. Proximidad deseada entre varias actividades o áreas funcionales.
2. Espacio. Cantidad, tipo y forma para cada área funcional o actividad.
3. Ajustes. De las áreas destinadas a cada actividad con la distribución planeada. (Véase la Fig. 7.5)

Además se deben tomar en cuenta otras consideraciones para generar una distribución efectiva, como son:

1. Planear el todo y posteriormente los detalles.
2. Planear lo ideal y de esto lo practicable.
3. Dar seguimiento a los ciclos de desarrollo de distribución y hacer - que las fases se traslapen.
4. Planear los procesos y requerimientos de equipo en función de los requerimientos de material.
5. Planear la distribución en función de los procesos y del equipo.
6. Planear el edificio en función de la distribución.

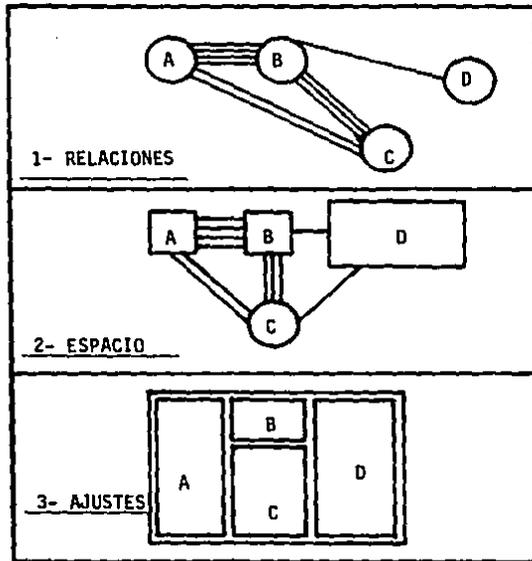


Fig. 7.5. Guías Fundamentales de la Planeación de Distribuciones

7. Planear con la ayuda de una visualización clara.
8. Planear con la ayuda de otros.
9. Verificar la distribución seleccionada como óptima.
10. Vender la distribución seleccionada como óptima.

El planeador de las instalaciones de una empresa ya sea ésta industrial, de servicios, hospital, oficina de correos, u otra, debe llevar a cabo un concienzudo análisis de los requerimientos de espacio para todo el conjunto de actividades, así como para cada departamento por aparte.

En general se deben de tener en mente actividades o departamentos como:

- | | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 1. Oficinas | 7. Sanitarios, guardarropas, etc. |
| 2. Recepción de Materiales | 8. Bodega de herramientas |
| 3. Almacenamiento | 9. Mantenimiento |
| 4. Producción | 10. Limpieza |
| 5. Servicio médico | 11. Embarques |
| 6. Servicio de alimentos | 12. Estacionamiento |

La determinación de los requerimientos de espacio para una empresa en particular está obviamente relacionada con el equipo, el material, el número de personas y el número de actividades a efectuar.

A continuación entraremos un poco más en detalle en la determinación de espacio de las distintas actividades o departamentos antes mencionados.

Oficinas

Existen diversas maneras para calcular la cantidad de espacio requerido para el área de oficinas. James M. Apple (10) ha determinado que el empleado promedio requiere alrededor de 20 m^2 (200 sq.ft) incluyendo su área de trabajo y las amenidades necesarias (véase la Tabla 7.1). Esta cifra es satisfactoria como una aproximación, pero un análisis más detallado es aconsejable antes que este departamento sea incorporado a la distribución final. Si se desea llevar a cabo este análisis, una forma similar a la de la Fig. 7.6 puede resultar útil en la determinación de espacio de oficinas.

TABLA 7.1

PLANEACION ESTANDARIZADA DE OFICINAS-AREA APROXIMADA POR
EMPLEADO (Sq.ft)

Area de Trabajo Promedio		106
Area de Recepción		2
Areas para Conferencias		2
Areas para Equipo de Procesamiento de Datos		6
Servicios Internos y Almacén		<u>15</u>
TOTAL		137
Intalaciones Sociales:		
Guardarropas	2.5	
Sanitarios	4.5	
Bebedores y Cocina	5.0	
Biblioteca, Medicos, etc.	2.0	
		14
Instalaciones Sanitarias		
Baños, regaderas, lavaderos		5
Areas de comunicación		
Escaleras, elevadores, corredores		17
Areas Técnicas		
Calefacción y aire acondicionado, cuarto para veladores, otras instalaciones		18
Areas de Construcciones		
pilares, muros, fachadas, separadores, etc		<u>6</u>
TOTAL		197

HOJA PARA CALCULAR EL AREA DE OFICINAS												
Posicion No.	Posición para	Locación	Escritorio y silla	Mesa de Trabajo, etc.	Gabinetes, Archivo	Sillas extras	Caja de libros	Otros	Sub Total	No. de Posiciones	Total	
											Por Posiciones	Ahora con 100% de tolerancia
1	Presidente	A-1	50	20	15	32	6	-	123	1	123	246
20	Secretaria	B-4	30	-	-	8	-	-	38	4	152	304
a. Escritorio y Silla			b. Mesas de Trabajo, etc			B. 100% de tolrancia para acceso,						
1. Ejecutivo = 50 sq. ft.			= 10 sq. ft.			espacio para los pies, pasillos,						
2. Administrador = 40			c. Archivos = 5 sq.ft.			separadores de pared, columnas,						
3. Supervisor = 35			d. Sillas extras = 8 sq. ft.			etc.						
4. Individual = 30			e. Caja de libro = 3 sq. ft.									
			f. Varios, estimar superficie									

Fig. 7.6 Hoja para calcular el área de oficinas

Recepción de Materiales

En general, para poder determinar la cantidad de espacio necesaria para la recepción de materiales se deben de considerar en detalle los siguientes factores:

1. Número de cajones para camiones
2. Largo de la plataforma
3. Ancho de la plataforma
4. Espacios entre columnas
5. Altura de la plataforma
6. Tipo de techo de la plataforma
7. Area libre de descarga
8. Area para maniobrar
9. Pasillos para manejo de materiales
10. Mínima curvatura de los pasillos
11. Altura libre al techo
12. Puertas
13. Iluminación
14. Rampas
15. Contenedores o plataformas móviles
16. Tipo de la plataforma

Almacenamiento

El cálculo del espacio necesario para el almacenamiento de materiales debe incluir:

1. Materias Primas
2. Material en Proceso
3. Subensambles
4. Producto Semiterminado
5. Producto Terminado

y principalmente dependerá de los siguientes factores:

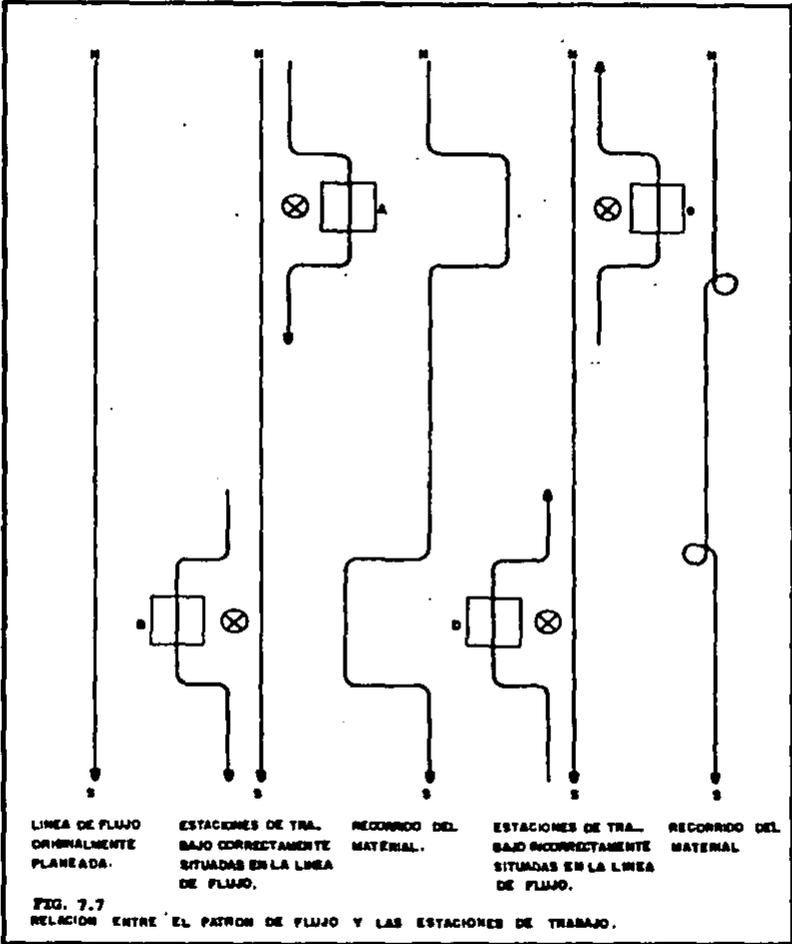
- a. Tipo y volumen de los materiales (líquido, sólido, gaseoso)
- b. Número de productos a fabricar
- c. Número de subensambles
- d. Pronóstico de ventas
- e. Capacidad instalada
- f. Costo de los materiales
- g. Equipo de manejo de materiales
- h. Velocidad del proceso
- i. Número de departamentos y/o operaciones

Producción

La determinación del espacio requerido por el área de producción, depende principalmente de las estaciones de trabajo individuales, y refleja una proporción directa a la suma de las áreas de estas estaciones. Una tolerancia es añadida para proveer espacio para los pasillos, así como para otras áreas no productivas ya que resulta muy difícil calcular el espacio requerido de cada una de éstas.

Para calcular el área de las estaciones de trabajo se deben de integrar las áreas requeridas por la maquinaria y equipo, herramientas, materiales, contenedores, transportadores, materiales en espera, y para el operador, en otras palabras, la integración del área del operador y la de la operación dictaminará el requerimiento total de espacio por estación de trabajo.

Para facilitar el diseño de las estaciones de trabajo se tiene que pensar que cada una de éstas es una minifábrica con sus propias áreas de recepción, producción y embarque, posteriormente se tienen que ligar cada una de estas mini-fábricas de la forma más eficiente para formar el patrón de flujo preestablecido (ver Fig. 7.7)



Una vez que se ha determinado el número de estaciones de trabajo, de máquinas, y de operadores para cada proceso, operación, o actividad, se -- puede calcular el espacio total requerido para el área de producción; es to se puede efectuar usando la Hoja de Requerimientos de Espacio para el Área de Producción mostrada en la Fig. 7.8.

Embarques

La determinación de los requerimientos de espacio para el área de embarques está íntimamente relacionado con los requerimientos del área de recepción de materiales. Por lo tanto, los requerimientos se pueden establecer bajo el mismo criterio que para la recepción de materiales, adaptándolo según las características de los productos terminados para ajustar las diferencias que pudiesen haber entre ambas áreas.

Estacionamientos

El problema del espacio para estacionamientos ha tomado mucha importancia últimamente debido al costo de éstos. A continuación se dan cuatro linea mientos útiles para la distribución de estacionamientos:

1. El ancho del área para el estacionamiento está determinada por el ángulo de los cajones para cada vehículo.
2. Mientras el ángulo de los cajones aumenta, el número de metros de pavimento para circular también aumenta.
3. Mientras más ancho sea cada cajón, más fácil resulta maniobrar, permi tiendo reducir así el ancho del pavimento.
4. Se pueden estacionar muchos más vehículos a 90° que a 60° con la hori zontal, usando el mismo ancho por cajón.

Otras Actividades y Servicios Auxiliares

Los requerimientos de espacio para la mayor parte de los servicios médi cos, alimenticios y sanitarios, así como para los guardarropas, cuartos de

herramientas y áreas para el personal de mantenimiento se pueden estimar de igual forma como algunos de los otros departamentos ya mencionados. El diseño de hojas de trabajo similares a la Hoja de Requerimientos de Espacio para el Area de Producción puede ser muy útil para el cálculo de la superficie requerida para estos departamentos, simplemente se tiene que identificar con claridad cuáles son las herramientas, equipo, y mobiliario que se requieren en cada caso particular.

Finalmente, después de haber calculado los requerimientos de espacio para cada actividad o departamento se puede calcular la superficie requerida para toda la planta.

La Hoja de Requerimientos Totales de Espacio mostrada en la Fig. 7.9. se usa comúnmente con este propósito, además sirve como registro de los requerimientos de cada alternativa estudiada en el desarrollo del proyecto de distribución.

7.3.4. DISEÑO DE LOS PATRONES DE FLUJO

Casi en todas las empresas en las que uno puede pensar, la productividad es más alcanzable por medio de un flujo eficiente de los elementos que se mueven a través de las instalaciones. Esto es tan importante para una biblioteca un supermercado, una oficina de correos, un hospital, un restaurant, así como para una planta manufacturera. En cada caso, los elementos que se introducen al sistema son transformados o procesados para volver a salir de éste. Un objetivo primordial al planear una empresa eficiente es el proveer líneas de flujo eficientes que faciliten el movimiento de los elementos a través de las diversas actividades o departamentos de la misma.

El problema del flujo surge de la necesidad para mover elementos (material, equipo, información, personal, etc) desde el principio del proceso (área de recepción) al final del mismo (área de embarque) por la ruta más eficiente.

HOJA DE REQUERIMIENTOS TOTALES DE ESPACIO				
PARA (PRODUCTO) _____		PLANTA _____		
ANALISTA _____		FECHA _____		
ACTIVIDAD O DEPARTAMENTO	M ² estimados		Tamaño del Modulo x _____	
	Area Individual	Sub Totales	No.Mod.	Tamaño Patrones
A. Servicios Generales				
B. Servicios de Producción				
C. Servicios para el Personal				
D. Servicios para las Instalaciones				
E. Producción				
F. Otros				
TOTALES				

Fig. 7.9 Hoja de Requerimientos Totales de Espacio

En la actualidad, el patrón de flujo se ha convertido en la base no sólo para el diseño básico de las instalaciones, sino para la operación eficiente de cualquier empresa. Su importancia puede ser observada en la Fig. 7.10.

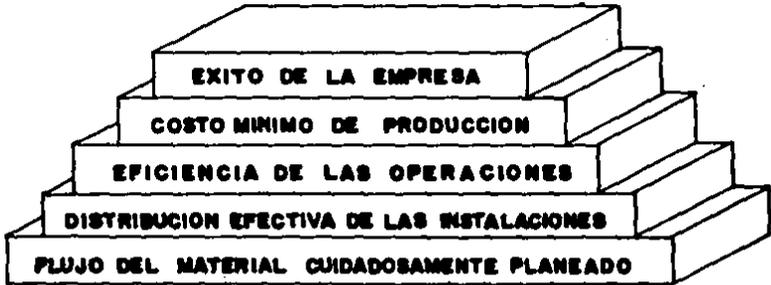


FIG. 7.10 IMPORTANCIA DEL PATRON DE FLUJO.

Un patrón de flujo de materiales bien concebido y cuidadosamente planeado será de gran ayuda para alcanzar varios de los objetivos del diseño de las instalaciones. Algunas de las ventajas de un patrón de flujo correctamente estudiado pueden ser:

1. Incremento en la eficiencia de producción, productividad
2. Mejor utilización del equipo
3. Simplificación en las tareas de manejo
4. Mejor utilización del equipo, menor tiempo muerto
5. Reducción del tiempo de proceso
6. Reducción del inventario en proceso
7. Mayor eficiencia en el empleo de la fuerza de trabajo
8. Reducción en los daños al producto
9. Menor peligro de accidentes
10. Distancias reducidas en las tareas de los operadores

11. Reducción del tráfico en los pasillos
12. Facilidad de supervisión
13. Controles de producción simplificados
14. Flujo continuo de producción
15. Mejoramiento en el proceso de programación de órdenes
16. Evitar la aglomeración de personal
17. Mejor mantenimiento de las instalaciones
18. Secuencia lógica del trabajo

Antes de empezar con el diseño del patrón de flujo, se tienen que considerar muchos factores, los cuales, solos o en conjunto, determinarán algunas de las características del patrón de flujo y su relación con el diseño de la instalación. Algunos de estos factores se listan en la Tabla 7.2.

TABLA 7.2. FACTORES A CONSIDERAR EN LA PLANEACION DEL FLUJO
DE MATERIALES

A. Material o Producto (elementos que fluyen por la instalación)

1. Características
 - a. Recibos
 - b. Envíos
2. Volumen de Producción
3. Número total de partes
4. Número de operaciones
5. Requerimientos de almacenamiento

B. Movimientos

1. Frecuencia
2. Velocidad
3. Proporción
4. Volumen
5. Alcance
6. Área
7. Distancias
8. Orígenes
9. Destinos
10. Cruce de Tráfico (tránsito)
11. Requerimiento de flujo entre áreas de trabajo
12. Localización de estaciones de recepción y entrega

C. Métodos de Manejo

1. Unidad a manejar
2. Uso posible de la gravedad
3. Principios de manejo de materiales
4. Flexibilidad deseada
5. Equipo requerido

6. Alternativas posibles
7. Planes preliminares para el manejo de materiales

D. Proceso (Centros de Actividad)

1. Tipo
2. Secuencia de operaciones
3. Posibilidad de trabajo durante el manejo
4. Requerimientos específicos de las actividades
5. Distribución por producto vs. proceso
6. Cantidad de equipo
7. Requerimiento de espacio
8. Número de subensambles

E. Edificio

1. Tamaño
2. Forma
3. Tipo
4. Número de pisos (niveles)
5. Localización de las puertas
6. Localización de las columnas
7. Localización de los pasillos y su ancho
8. Altura del techo
9. Localización deseada de los departamentos

F. Localización

1. Topografía
2. Instalaciones para transporte (vías de acceso)
3. Posibilidades de crecimiento

G. Personal

1. Cantidad
2. Movimiento

3. Seguridad
4. Condiciones de trabajo
5. Requerimientos de supervisión

H. Varios

1. Localización de los servicios auxiliares
2. Daños posibles a los materiales
3. Costo de implementación
4. Flexibilidad
5. Expandibilidad
6. Control de producción
7. Niveles de actividad

Crterios para la Planeación del Flujo (11)

A través de los años, aquellas personas relacionadas con los problemas - del flujo de materiales han llegado a conclusiones generalizadas con respecto a ciertos aspectos del flujo y las cuales pueden ser de gran utilidad para los ingenieros encargados de la planeación de las instalaciones, algunas de estas conclusiones aparecen en la Tabla 7.3. Si estas consi-deraciones se tienen en mente a lo largo del proceso de planeación, un patrón de flujo más eficiente y satisfactorio será desarrollado. Hay que enfatizar que no se pueden seguir todos estos lineamientos en cada caso.

TABLA 7.3. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE FLUJO DE MATERIALES

1. Flujo óptimo del material
2. Flujo continuo - recepción hacia envío
3. Flujo en línea recta (si es posible)
4. Flujo mínimo entre áreas relacionadas
5. Consideración apropiada para la selección de la distribución
6. Distancia mínima de manejo de materiales entre operaciones o actividades.
7. Los materiales pesados se deben mover la menor distancia posible
8. Flujo óptimo del personal, considerando:
 - a. No. de personas
 - b. Frecuencia de los viajes
 - c. Espacio requerido
9. Producción de línea (si es posible)
10. Combinación de operaciones para eliminar (reducir) el transporte entre ellas
11. Minimizar las remanipulaciones
12. Combinación de los procesos con los manejos
13. Minimizar el material en las áreas de trabajo
14. Localizar los materiales donde son requeridos
15. Minimizar las distancias entre puestos de trabajo
16. Compatible con el edificio (actual o futuro)
 - a. Configuración (forma)
 - b. Restricciones (soporte, dimensión, localización y espacio de las columnas).
17. Pasillos Potenciales
 - a. Rectos
 - b. De recepción hasta envíos
 - c. Número mínimo
 - d. Ancho óptimo

18. Actividades relacionadas próximas
19. Provisiones para pronósticos de:
 - a. Inventario en proceso
 - b. Flujo de desperdicios
20. Flexibilidad con respecto a:
 - a. Variaciones en la producción
 - b. Nuevos productos
 - c. Nuevos procesos
 - d. Aumento de departamentos
21. Aplicable al crecimiento en las direcciones preestablecidas
22. Correcta relación respecto a la localización:
 - a. Orientación
 - b. Topografía
 - c. Crecimiento - planta, estacionamiento, oficinas, servicios auxiliares.
23. Areas de recepción y envíos en correcta relación con:
 - a. Flujo interno
 - b. Instalaciones externas de transportación
24. Actividades que requieren localización específica situadas adecuadamente:
 - a. Operaciones de producción
 - b. Servicios para el área de producción
 - c. Servicios para el personal
 - d. Servicios administrativos
25. Prestar atención a los requerimientos de supervisión:
 - a. Tamaño de los departamentos
 - b. Forma
 - c. Localización

26. Facilitar las tareas de control de producción
27. Facilitar las tareas de control de calidad
28. Considerar la posibilidad de varios niveles:
 - a. Actualmente
 - b. En el futuro
29. No violar los reglamentos de higiene y seguridad industrial.

Posibilidades de Flujo

Las experiencias de ingenieros relacionados con la distribución en planta sugieren un número de métodos potenciales o bases para el flujo de los materiales como un todo. Algunas de éstas se refieren al flujo del material, mientras que otras se derivan del problema particular de la distribución o del proceso. Estas alternativas sugieren que el flujo se puede basar en el material, el producto, el personal, o las actividades:

1. Requiriendo maquinaria y/o equipo similar
2. Requiriendo procesos similares
3. Requiriendo operaciones similares
4. Siguiendo la misma secuencia de operaciones o eventos
5. Teniendo los mismos tiempos por operación
6. Con forma, tamaño, propósito, o diseño similar
7. Requiriendo el mismo nivel de calidad
8. Fabricado con los mismos materiales

El analista del flujo debe tomar en cuenta estas alternativas para poder definir cual es la situación particular que a él le corresponde.

Patrones Generales de Flujo

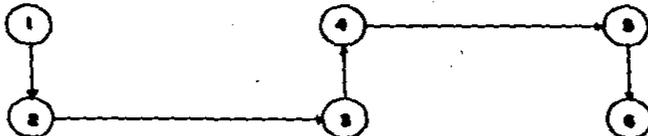
En general, se ha demostrado que existen relativamente pocos patrones de flujo generalizados a los cuales se pueden adaptar la mayor parte de los problemas de flujo de materiales. Estos patrones aparecen en la Fig. 7.11 y reflejan algunos de los factores básicos que atañen a situaciones particulares. Algunos comentarios serán de ayuda, para entender la aplicación de los patrones mostrados:

1. Línea recta - aplicable cuando el proceso de producción es corto, simple y contiene pocos componentes o pocas piezas de equipo para la producción.
2. Serpentina - También llamado Zig-Zag, es aplicable donde la línea es

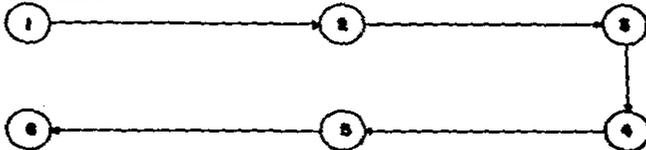
1.- LINEA RECTA



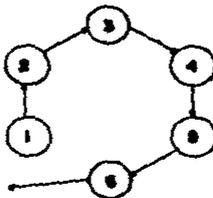
2.- SERPENTINA O ZIG ZAG



3.- HERRADURA



4.- CIRCULAR



5.- DE ANGULO OPUESTO

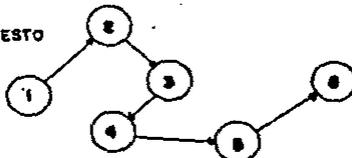


FIG 7.11 PATRONES GENERALES DE FLUJO

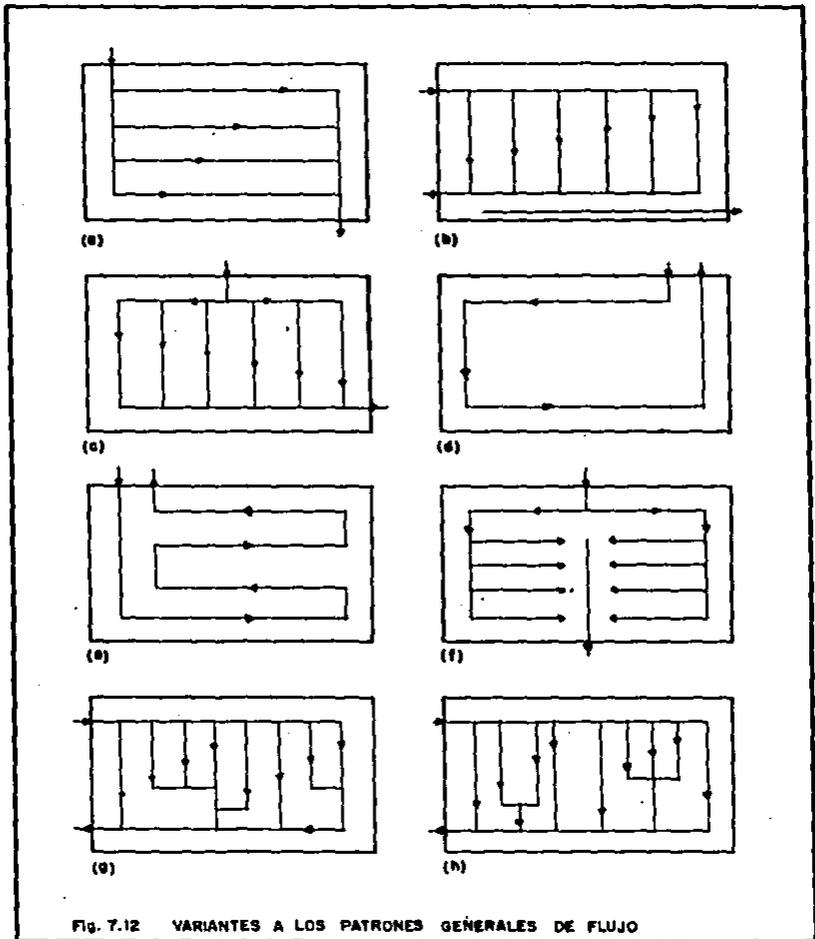
- más larga que el espacio disponible o por que el costo de la construcción no permite su uso, por esto la línea se descompone en segmentos paralelos y perpendiculares.
3. Herradura - aplicable en aquellos casos en los que se desea que el material o producto regrese al sitio donde inició su ruta, éste puede ser el caso de:
 - a. Un martillo de forja.
 - b. Donde las áreas de recepción y envío estén juntas.
 - c. Para utilizar una máquina una segunda vez.
 - d. Por las mismas razones que la forma de serpentina.
 4. Circular - aplicable cuando se desea que el material regrese exactamente a su lugar de origen o cuando muchas operaciones son dependientes de una situada al centro de la línea.
 5. De Angulo Opuesto - no es un patrón establecido pero es muy común:
 - a. Cuando el objetivo primordial es el de una línea de flujo corta entre un grupo de áreas o departamentos relacionados.
 - b. Donde el flujo es mecanizado.
 - c. Cuando la superficie no permite otro patrón de flujo.
 - d. Cuando la localización de instalaciones permanentes ya existentes exige este patrón.

Si se asume que una instalación normal tiene áreas separadas de recepción y envío de materiales, se puede ver que no hay muchas variaciones alternativas a los patrones generales de flujo para conectar a ambas. Obviamente, la naturaleza del patrón de flujo tendrá que reflejar el número de componentes que requiere el producto, así como los procesos que se llevan a cabo a cada uno de éstos.

Pero en general, los patrones de flujo seleccionados serán muy similares a los de la figura 7.11. Varias de las aplicaciones, adaptaciones, o combinaciones de estos patrones se muestran en la Fig. 7.12. Se pue-

de notar que los patrones de flujo aquí representados sugieren modificaciones a los patrones generales de flujo tales como:

1. Variación en la localización de las áreas de recepción y envío.
2. Variación en el número de componentes del producto.
3. Variación en los métodos de manejo de materiales.
4. Variación en los métodos de manejo de materiales.
5. Tamaño y configuración de las instalaciones (si es que ya existen).



7.3.5. Criterios para Elaborar Proyectos de Distribución en Planta (12).

- A. INSTINTO E INTUICION. Las distribuciones se pueden elaborar por medio de instinto e intuición. Esta técnica es generalmente rápida, directa y economizadora de tiempo pero está limitado su uso para situaciones simples o emergencias o para casos en los que la experiencia pasada del planeador se ha probado efectiva.
- B. DISTRIBUCIONES YA EXISTENTES. Los artículos de revistas u otras plantas, discusiones con analistas de otras empresas, eventos sociales, exposiciones o juntas profesionales pueden llevar a encontrar la distribución deseada. Nuevas ideas y métodos son esenciales en estos tiempos de rápida evolución y definitivamente deben de buscarse, simplemente hay que tener en mente que lo que puede ser bueno para unos no necesariamente lo es para otros, sobre todo si no se efectúan los ajustes necesarios.
- C. METODO DE PARTICIPACION TOTAL. Esta técnica envuelve al proceso democrático: obténganse todas las ideas de todos, discútanse y transfómense a una forma visual: después júntese al grupo para comentarlas, efectúense las modificaciones pertinentes y nuevamente solicite la aprobación del grupo. Esta técnica le da oportunidad de participar a todas las personas relacionadas con la distribución pero sólo se basa en la experiencia pasada de las personas, requiere de mucho tiempo y no aprovecha las ventajas de las técnicas analíticas. Adicionalmente, tiende a poner mayor énfasis en la discusión y visualización que en el análisis del problema.
- D. FLUJO DE MATERIALES. Desde hace tiempo, los ingenieros descubrieron que si movían los materiales directamente de una operación a la siguiente, les permitía tener una secuencia lógica del control del piso, así como para reducir el costo de manejo de materiales. Si se analiza la secuencia de operaciones y se acomoda la distribución de acuerdo a esta secuencia, se pueden obtener los beneficios anterior-

mente mencionados. Esta es la técnica que se emplea con mayor frecuencia, es la ideal para las industrias de proceso continuo. Sin embargo, este método se limita a aquellas situaciones en las que existen patrones dominantes del flujo de materiales, puesto que no reconoce relaciones ajenas al flujo de materiales y que pueden ser igual o más importantes que éstas.

E. TECNICAS ANALITICAS. Existen diversas técnicas analíticas que son auxiliares al momento de diseñar una instalación. Estas técnicas se basan en evaluaciones cuantitativas o matemáticas con las cuales se pueden solucionar algunos de los problemas que afectan a la distribución en planta. Entre otras, algunas de estas herramientas analíticas son:

- a. PROGRAMACION LINEAL
- b. PROGRAMACION DINAMICA
- c. TEORIA DE COLAS (LINEAS DE ESPERA)

Los métodos matemáticos no analizan el problema global de la distribución, más bien se enfocan hacia el estudio de soluciones a problemas tales como:

- La determinación del espacio total requerido
- La localización de los accesos a las naves y/o los almacenes
- La minimización de la distancia total recorrida
- La minimización del tiempo ocioso de la maquinaria

Como se puede ver, estas técnicas pueden ser bastante útiles; a pesar de esto el empleo de la programación lineal, de la programación dinámica o de la teoría de colas está restringido para aquellos casos en los cuales el volumen de producción y el costo de la maquinaria y las instalaciones requieran de este tipo de análisis.

F. METODOLOGIA SISTEMATICAMENTE ORGANIZADA. Planeación Sistemática de Distribuciones (Systematic Layout Planning "SLP") es un método universalmente aplicable, el cual incorpora los beneficios de otras técnicas y organiza todo el proceso de planeación sobre una base racional. Es reconocido como el método analítico más realista hasta ahora desarrollado, y como resultado de esto, desarrolla planes más eficaces los cuales son aceptados más rápidamente.

7.3.6. Planeación Sistemática de Distribuciones (13).

Planeación Sistemática de Distribuciones (SLP) es una técnica igualmente aplicable a operaciones de oficinas, laboratorios, servicios, almacenes o tareas de manufactura. De igual manera es aplicable a plantas nuevas o existentes, redistribuciones mayores o menores, etc.

El desarrollo de SLP se lleva a cabo por medio de fases, un patrón de procedimientos de SLP y un conjunto de convenciones (Fig. 7.13).

LAS CUATRO FASES DE LA PLANEACION DE DISTRIBUCIONES

Todos los proyectos de distribución en planta atraviesan las cuatro fases de la planeación de distribuciones para poder ir desde el objetivo inicial de generar una nueva distribución hasta la instalación e implementación física de la misma.

La Fase I es la de localización. Aquí se debe decidir cual va a ser el área a distribuir. Esto no necesariamente se refiere a los casos de muchas instalaciones. Más bien se refiere al problema de determinar si la nueva distribución se efectuará en el mismo lugar en el que se encuentra ahora o en algún otro sitio.

La Fase II es la de planear la distribución global. Esto establece los patrones de flujo básicos para el área a distribuir. También indica el tamaño, las relaciones, y la configuración de las principales activida-

des, departamentos o áreas.

La Fase III consiste en la preparación de los planes detallados de la distribución e incluye detalles como la localización exacta de cada máquina en la planta.

La Fase IV es la de instalación. Esto comprende tanto la planeación de la instalación, así como efectuar físicamente los movimientos necesarios para llevar a cabo la distribución.

Las cuatro fases anteriormente descritas se suceden en secuencia y para mejores resultados, deben traslaparse una con otra.

CONJUNTO DE CONVENCIONES

Un conjunto de convenciones se utiliza para facilitar la planeación, comprensión y comunicación. Las convenciones se emplean a través de cada paso del patrón de procedimientos previamente descrito para efectuar diagramas, ranqueos, evaluaciones, así como para visualizar las situaciones alternativas en cada caso. Las convenciones se muestran en la Fig. 8.13. Consisten en siete símbolos, siete letras, siete ranqueos de líneas, y cinco colores, además del blanco y el negro. Estas convenciones están íntimamente relacionadas entre sí y son de suma importancia para el empleo de SLP.

EL PATRON DE PROCEDIMIENTOS-FASE I, INFORMACION BASICA DE ENTRADA EN - TRADA PARA LA PLANEACION DE DISTRIBUCIONES

Antes de contemplar las fases II y III con más detalle, se deben de identificar los factores o datos básicos de entrada que se requieren como información con respecto al proyecto de distribución. Estos datos son fáciles de recordar cuando se definen como "el alfabeto del ingeniero planeador con facilidades" - PQRST*

- P - Producto o material, incluyendo características y variaciones.
- Q - Cantidad o volumen de producción de cada artículo.
- R - Renta o proceso: las operaciones, su secuencia y el equipo correspondiente a cada una.
- S - Servicios o actividades de soporte, las cuales respaldan las operaciones de producción.
- T - Tiempo según su relación con PQRS en cuanto a, que tanto, que tan rápido y que tan frecuente.

Prácticamente todos los planes de distribución empiezan ó cuando menos dependen de estos elementos como una base para su planeación.

* NOTA: Las letras PQRST se refieren a las cíclicas de las palabras -- producto, cantidad, rutas, servicios de soporte y tiempo del idioma inglés.

EL PATRON DE PROCEDIMIENTOS-FASE II, LA DISTRIBUCION GLOBAL

La sección analítica de la planeación global de la distribución empieza con el estudio de los datos de entrada. Primero viene un análisis de flujo de materiales. Pero además de las áreas de producción se deben de integrar y planear las diversas actividades de soporte. Como resul-

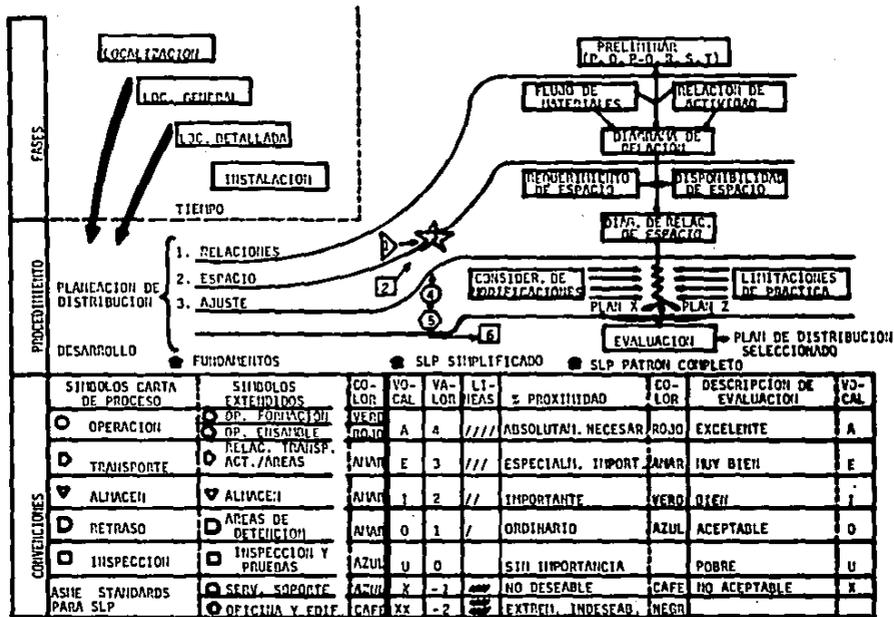


Fig. 7.13 SUMARIO DE PLANEACION SISTEMATICA
PLANEACION SISTEMATICA DE DISTRIBUCION (SLP)

tado de esto, tenemos el desarrollo de la carta de relación de actividades para servicios o departamentos ajenos al flujo de materiales y que son de igual o mayor importancia.

Estas dos investigaciones se combinan en un diagrama de relación de actividades. En este proceso, las distintas áreas de actividad o departamentos se dibujan localizadas de acuerdo a los requerimientos de proximidad entre departamentos, pero independientemente del espacio - que cada uno requiere. Para llegar a los requerimientos de espacio, se requiere de un análisis previo de la maquinaria y equipo necesario para cada proceso, así como para los departamentos de servicio requeridos. Estos requerimientos de área deben de balancearse con respecto al espacio disponible. En este momento, el área destinada a cada actividad o departamento se incorpora al diagrama de relación de actividades para crear el diagrama de relación de espacio.

Las relaciones y el espacio están "íntimamente" ligadas en este momento. El diagrama de relación de espacio es casi una distribución por sí misma. Pero no es una distribución efectiva hasta que es ajustado para integrar en su contexto las consideraciones de modificación que lo afectan. Esto incluye consideraciones tan básicas como los métodos de transporte, prácticas operativas, consideraciones de seguridad, etc. Según surjan - las ideas que se consideran buenas con respecto a los factores antes mencionados, estas deben de enfrentarse a la posibilidad de ser practicables. Esto queda representado en la Fig. 7.13, por las limitaciones prácticas.

Según se vayan integrando y ajustando las consideraciones de modificación y las limitaciones prácticas al proyecto, una idea tras otra deberá de ser probada y examinada. Las buenas ideas se incorporan al proyecto mientras que las malas se desecha. Finalmente tras hacer descartado las proposiciones no practicables, pueden quedar un número considerable de proposiciones alternativas de distribución. Cada una de estas se piensa que funcionará, cada una tiene su valor. Ahora el problema radica en tomar una decisión

acerca del cual deberá seleccionarse.

Los planes o distribuciones alternativas resultantes se pueden denominar como Plan X, Plan Y y Plan Z. En este momento, un análisis de costo debe efectuarse, junto con una evaluación de factores intangibles. Como resultado de estas evaluaciones se puede seleccionar una alternativa u otra, aunque en muchos casos el proceso de evaluación sugiere que se puede efectuar una nueva distribución mejor que las propuestas, combinando a varias de estas.

EL PATRON DE PROCEDIMIENTOS-FASE III, LA DISTRIBUCION DETALLADA

La siguiente fase, la distribución detallada, comprende la ubicación de cada unidad específica de maquinaria y equipo, cada pasillo, cada anaquel para cada uno de los departamentos que se distribuyeron en forma de bloques en la distribución global realizada en la fase anterior. Como mencionamos anteriormente, la Fase III se debe traslapar con la Fase II. Esto significa que antes de finalizar el plan de distribución global, algunos detalles particulares de cada departamento tuvieron que haber sido contemplados.

Nótese que se debe efectuar un plan detallado de distribución para cada área del proyecto. Esto significa que se tendrán que hacer algunos ajustes entre los bloques de departamentos según se desarrollan los planes detallados de cada área; en otras palabras quiere decir que se tendrá que reajustar el plan general de distribución.

Cuando se planea cada plan detallado de distribución, se repite el mismo patrón de procedimientos empleados en la Fase II. Pero, el flujo de materiales ahora se convierte en el movimiento de materiales entre departamentos. Las relaciones interdepartamentales ahora son las relaciones de la maquinaria del mismo departamento. De igual manera, los requerimien-

tos de espacio ahora se refieren a cada unidad de maquinaria y/o equipo y de sus servicios de soporte inmediatos. El diagrama de relación de espacio ahora se convierte en un arreglo de plantillas o modelos a escala de la maquinaria y equipo, personal y materiales ó productos. Tal como en la Fase II, varias distribuciones alternativas pueden resultar. Esto nos lleva al proceso de evaluación para seleccionar la distribución departamental óptima.

El patrón de procedimientos de SLP provee una disciplina básica de planeación mientras que al mismo tiempo permite variaciones lógicas de los datos de entrada PQRST. Todo este patrón de procedimientos tiene la flexibilidad requerida para ser adaptado a cualquier proyecto de distribución.

EL PATRON DE PROCEDIMIENTOS-FASE IV, INSTALAR LA DISTRIBUCION

La instalación es la cuarta fase del proceso de distribución, va a continuación de: decisión del área que ha de distribuirse, distribución global, y plan detallado de distribución. A menudo, la persona que ha efectuado la distribución es responsable de su instalación adecuada y figura solo como la parte supervisora y coordinadora; el trabajo de la instalación es -- realizado por el ingeniero de planta o por el departamento de mantenimiento. En el caso mínimo, el ingeniero encargado de la distribución es consultado para suministrar detalles de como debe ser la nueva instalación.

Normalmente se incluyen en la información necesaria para la instalación de la distribución:

- Una lista de toda la maquinaria y equipo a instalar.
- Un programa de movimientos.
- Una hoja de especificaciones que indique como debe de conectarse, moverse y elevarse cada máquina.
- Una copia de la distribución, dibujo o fotografía, explicando los deta-

lles de las nuevas posiciones.

En muchos casos el proyecto de distribución no debe de interferir con los programas de producción, por lo cual, todos los movimientos deben ser cuidadosamente planeados y programados.

Métodos para Construir Distribuciones

Una vez que se han desarrollado los planes alternativos de distribuciones y que se ha acumulado la información necesaria en lo que se refiere a requerimientos de espacio por área (ya sea productiva o no), equipo, personal, así como los métodos y sistemas para operar una empresa, se puede empezar a trabajar en el proyecto de construcción esquemática de la distribución.

Existen cuatro métodos comunmente empleados para la construcción, estos son:

1. Dibujos de los contornos de cada pieza en papel albanene o cartulina.
2. Construcción a base de patrones bidimensionales (recortes, a escala representando la forma y tamaño de cada pieza de equipo), montados sobre una base, delineando las características del edificio.
3. Construido con modelos tridimensionales a escala (en vez de los patrones).
4. Construido con modelos tridimensionales a escala y con patrones.

Las figuras 7.14, 7.15, 7.16, y 7.17 ilustran las técnicas antes mencionadas. En general, el método seleccionado para un proyecto específico dependerá de cada instalación. La conclusión más probable será que el Método IV es el preferible siempre y cuando su costo sea justificado. Wayne C. Turner, Joe H. Mize y Kenneth E. Case han estimado que el costo

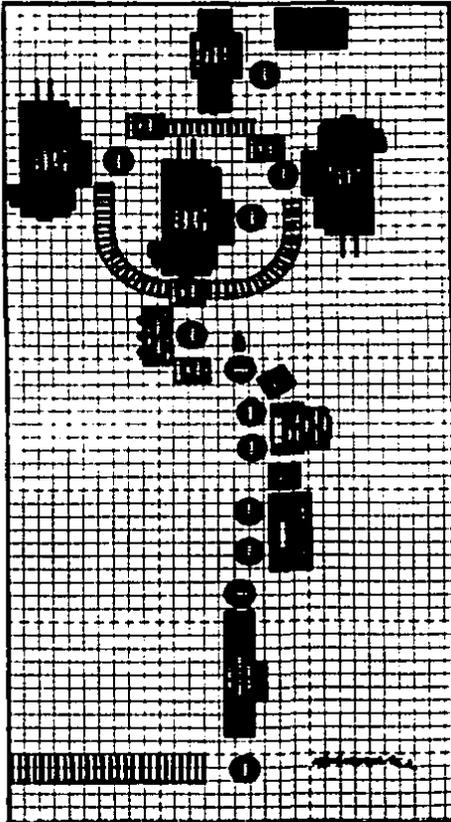


Fig. 7.14 Distribución construida con patrones prefabricados
Método II

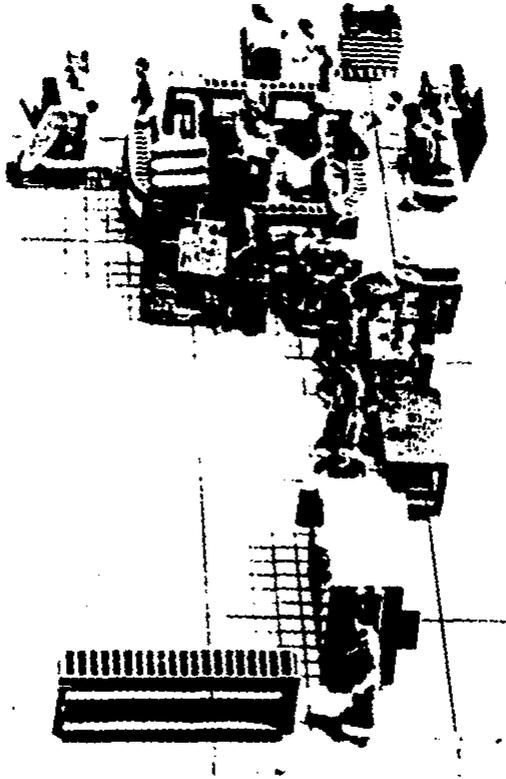


Fig. 7.15 Distribución construida con modelos a escala
Método III

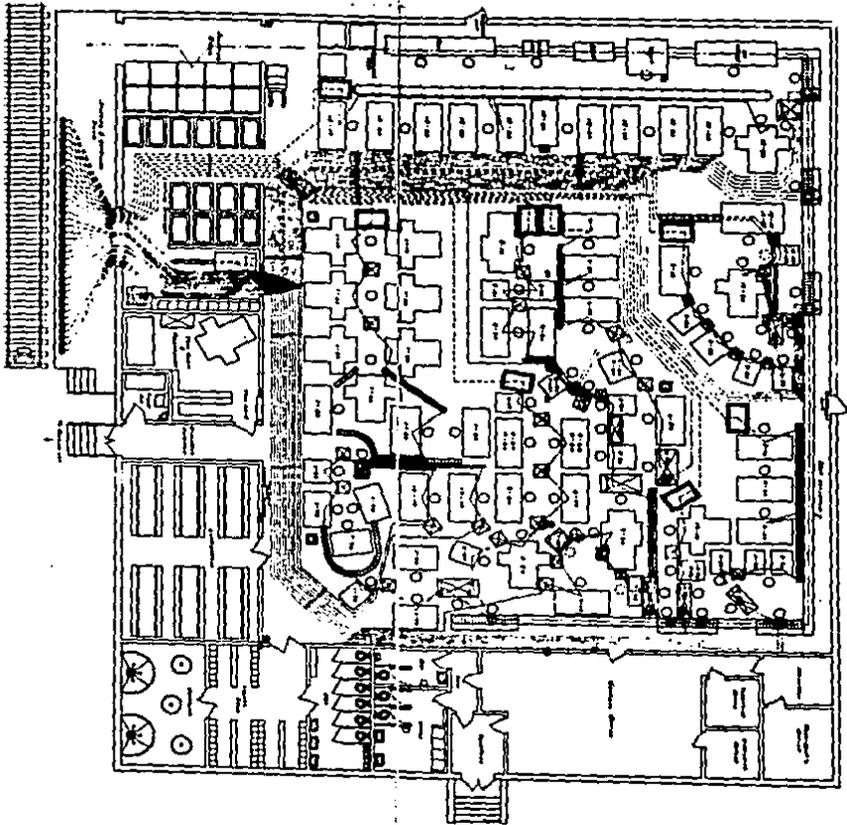


Fig. 7.16 Dibujo de los contornos de una distribución Método I

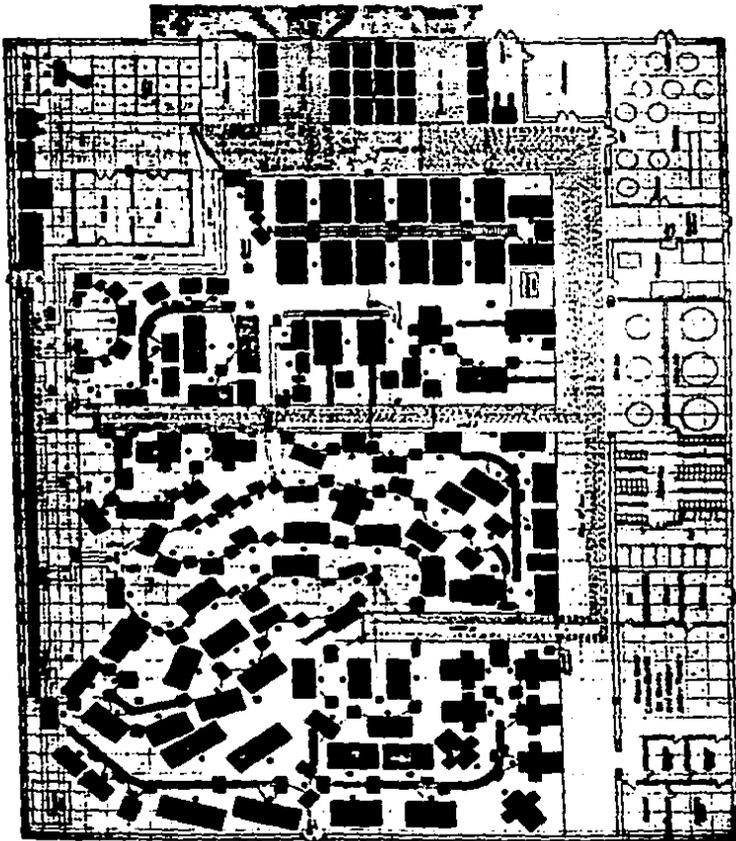


Fig. 7.17 Distribución contruida a base de patrones bidimensionales hechos en casa, Método II

de una distribución hecha a escala mediante el Método IV es bastante menor al 1% del costo de construcción de la instalación o facilidad - final.

El método de dibujos se emplea únicamente en casos tales como:

1. Para proyectos muy simples
2. Para bosquejos preliminares
3. Cuando el tiempo apremia
4. Cuando no se tienen herramientas para poder emplear otro método

Los materiales básicos empleados para contruir una distribución son:

El material para la base, sobre la cual se construye la distribución, el cual puede ser:

1. Hoja de Acetato con cuadrícula
2. Base de Acrílico transparente con cuadrícula
3. Triplay con una cubierta de lámina pulida
4. Lámina, Madera, o Tabla de Aglomerada
5. Papel Albanene o Cartulina

Cintas Adhesivas, etc., para representar detalles arquitectónicos, y pueden ser:

1. Líneas - continuas, punteadas y en varios colores
2. Paredes - con símbolos arquitectónicos exactos
3. Pasillos - sombreados o ashurados, en distintos anchos
4. Flechas - continuas, para representar el flujo
5. Columnas del edificio, escaleras y postes
6. Operadores - en forma circular, a diferentes escalas
7. Transportadores - de rodillos, conos, bandas, cadenas de arrastre, etc.
8. Cruce de Ferrocarril
9. Símbolos - números, letras, testigos de corriente eléctrica y teléfono,

conexiones hidráulicas y neumáticas, etc.

10. Montacargas, mesas bancas, tambores, etc.

Patrones, para representar las instalaciones físicamente. Estos pueden ser dibujados a mano y duplicados en película plástica, pero generalmente se emplean los prefabricados de acetato en:

1. Blanco y negro (en los perímetros)
2. En colores (tipo negativo)

Modelos a escala, disponibles en el mercado o hechos a mano para representar las instalaciones, pueden ser de:

1. Plástico moldeado
2. Yeso
3. Metal
4. Madera

La construcción final de la distribución requiere de la integración de los múltiples planes detallados y de las decisiones previamente establecidas para que estas se puedan representar en un plan maestro final. Como guía en el proceso de integración se sugiere el siguiente listado de procedimientos:

1. Reunir toda la información para cualquier referencia necesaria
Esta información debe incluir:

- | | |
|----------------------------|--|
| a) Lista de partes | g) Diagrama de req. de espacio |
| b) Cartas de ensamble | h) Diagrama de operaciones |
| c) Diagramas de producción | i) Diagramas de planeación de la instalación |
| d) Rutas de producción | j) Diagramas de flujo |
| e) Cargas de producción | k) Hojas de cálculo de espacio |
| f) Diagramas REL | |

2. Determinar aproximadamente el tamaño total de la nueva instalación.
3. Seleccionar la escala apropiada para la representación de la distribución.
4. Obtener el material para la base de la maqueta de la distribución.
5. Obtener los patrones o modelos a escala.
6. Determinar el tamaño de la nave y los espacios entre columnas.
7. Estimar el número de naves de tal manera que quepan sobre la base de la maqueta.
8. Localizar una esquina o extremo y marcarlo con cinta adhesiva para desarrollar la distribución a partir de este punto.
9. Posicionar tentativamente las columnas sobre la base.
10. Indicar los sitios probables para pasillos.
11. Incorporar los planes preliminares de la distribución a la base (localización de maquinaria, equipo, instalaciones, etc.).
12. Ajustar los planes preliminares en vista de los pasillos, columnas, etc.
13. Establecer los detalles finales para servicios auxiliares, áreas productivas, etc.
14. Añadir las señalizaciones (letras, números, líneas de flujo, etc.).
15. Prever la necesidad de duplicar la representación de la distribución o esperar hasta que ésta sea evaluada y aprobada.

7.3.7 Planeación de Distribuciones Ayudada por Computadora (14)

Básicamente existen cuatro programas para efectuar la planeación de distribuciones ayudadas por computadora. Estos son:

1. CRAFT - Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (Técnica por Computadora para la Distribución Relativa de las Instalaciones) desarrollado por Messrs. Armour, Buffa y Vollmann.
2. ALDEP - Automated Layout Design Program (Programa Automatizado para el Diseño de Distribuciones) desarrollado por la Compañía International Business Machines (IBM).
3. CORELAP - Computerized Relationship Layout Planning (Planeación Computarizada de Distribuciones Basadas en las Relaciones).
4. RMA Comp. I - Que son las cédulas de Richar M. Muther y Asociados que fue desarrollado por su personal en Kansas City, Missouri.

Datos de Entrada para la Computadora.

En general los datos de entrada para los cuatro programas antes mencionados son básicamente los mismos. Todos requieren de datos fundamentales como son las relaciones interdepartamentales y la superficie.

Como Funcionan los Programas de Distribución.

CRAFT es un programa de mejoras a distribuciones ya existentes, puede manejar hasta 40 departamentos y acepta dimensiones de planta de 30 X 30.

Básicamente, CRAFT calcula el producto del flujo, multiplicado por el costo de transporte, multiplicado por la distancia entre los centros de trabajo a los que se refiere, dada la distribución original. Esto significa que se calcula un costo inicial total. Entonces el programa considera intercambios entre las localizaciones de los departamentos; examina intercambios en dos y tres sentidos. El intercambio que comprende a la mayor reducción de costo se efectúa, y se calcula el nuevo costo total. Este proceso se repite por medio de iteraciones sucesivas hasta que ya no se logra ninguna reducción significativa del costo.

CORELAP es un programa de construcción de distribuciones pero puede funcionar como un programa de mejoras ya que acepta restricciones - además de poder preasignar algunos departamentos en la distribución. CORELAP puede manejar hasta 70 departamentos y la escala de la distribución acepta dimensiones máximas de 40 X 40 para la distribución resultante.

CORELAP empieza por calcular cuales de las actividades o departamentos a localizar en la distribución son los de mayor actividad o los más relacionados entre sí. Las sumas de las relaciones de proximidad de cada departamento con los demás son calculadas y comparadas y el departamento con el mayor total de relaciones de proximidad o TCR (Total Closeness Relationship) se selecciona y se coloca como el primero en la matriz de distribución. A este departamento se le denomina "Winner". Posteriormente, el departamento que tiene una relación "A" (véase la clasificación de convenciones de SLP) con el departamento "WINNER" se selecciona y se sitúa lo más cerca posible al "Winner". A este departamento se le designa como "Victor". Se emprende una búsqueda por más departamentos de relación "A" con el "Winner" o sea "Victors" y se sitúan nuevamente lo más próximos al "Winner". Si no se encuentran más departamentos de relación "A", los "Victor's" se convierten en "Winner's" potenciales, y se buscan los departamentos con relación "A" con éstos. Si se encuentra algún departamento "A", el "Victor" se convierte en "Winner" y el procedimiento se repite. Cuando ya no se encuentran "A", se repite el procedimiento para relaciones de clasificación E, I, O, U hasta que todos los departamentos estén incluidos en la distribución.

ALDEP es un programa de construcción pero dado al proceso de evaluación que emplea, también puede funcionar como un programa para mejoras. ALDEP puede manejar hasta 63 departamentos o actividades y puede generar distribuciones multiusuarios de hasta 3 niveles. Permite poner restricciones a la solución final de manera tal que diseña la distribución alrededor de pasillos, plataformas, elevadores, y otros departamentos existentes.

ALDEP utiliza una tabla preferencial (valores de relaciones en forma matricial) para calcular las puntuaciones de distribuciones generadas aleatoriamente. Si, por ejemplo, los departamentos 11 y 19 fueran adyacentes, el valor de la relación entre ellos se sumaría a la puntuación de la distribución. Una técnica modificada de selección aleatoria se usa para generar distribuciones alternativas. El primer departamento se selecciona y sitúa aleatoriamente. Después se busca en los datos de relación para encontrar el departamento que tenga la mayor relación con el primero ubicado. Este departamento se sitúa adyacente al primero. Este procedimiento continúa hasta que se han ubicado todos los departamentos en la distribución. Ahora se efectúa la puntuación de esta distribución y si la puntuación no es satisfactoria se repite por completo el procedimiento para generar otra distribución. El analista debe especificar el número de distribuciones que desea que cumplan con una puntuación mínima.

RMA Comp. I también selecciona a el departamento más relacionado (el que tiene el mayor total de puntuación de proximidad) para ubicarlo en el centro de la matriz de la distribución. Efectúa esto sin importar le el tamaño del área que requiere el departamento. Para poder colocar el siguiente departamento, se consideran todas sus relaciones con el resto de los departamentos. En otras palabras, antes de localizar un determinado departamento, se consideran todas sus relaciones con los departamentos ya localizados así como con los no localizados. Cuando se coloca un departamento, se deja espacio para otros que también están relacionados pero aun no han sido localizados. Al mismo tiempo se efectúa una verificación para ver si se están cumpliendo las relaciones clasificadas como "X".

A continuación la Tabla 7.4 presenta la comparación entre los diferentes programas de computadora para la planeación de distribuciones.

TABLA 7. 4

TABLA COMPARATIVA DE LOS CUATRO PROGRAMAS DE DISTRIBUCION

CARACTERISTICA DEL PROGRAMA	CRAFT	CORELAP	ALDEP	RMA Corp.I
ENTRADA CARTA REL.	CON MODIFICACION	SI	SI	SI
ENTRADA REQUERIMIENTO DE ESPACIO	SI	SI	SI	SI
ENTRADA CONFIGURACION DEL EDIFICIO	SI	NO OPCIONAL CON LA VERISION DE TIEMPO COMPARTIDO	SI	NO
ENTRADA DEL TIPO DE ACTIVIDAD	NO	NO	NO	SI
ACEPTA RELACIONES NEGATIVAS (X)	NO	NO	NO	SI
PUEDA CONSIDERAR VARIOS NIVELES	NO	NO	SI	NO
PUEDA FIJAR LA UBICACION DE DEPARTAMENTOS	SI	NO	SI	NO
RESULTADO SEGUN LA CONFIGURACION DEL EDIFICIO	SI	NO	SI	NO
PERMITE CONFIGURACIONES PREASIGNADAS A DEPARTAMENTOS	SI	NO	SI	NO
METODO DE EVALUACION PARA DISTRIBUCIONES	SI	NO	SI	NO

Los ingenieros en distribución que han usado los programas de computadora, han notado que éstos facilitan la planeación. De cualquier manera ninguno genera una distribución aceptable ya que todos requieren de ajustes. Adicionalmente, es común encontrar distribuciones - por computadora que no respetan algunas de las relaciones indicadas; de cualquier forma, son una forma de revisar y verificar la planeación realizada manualmente y pueden llamar a la vista alternativas que no fueron consideradas previamente.

7.4 CONCLUSIONES

Hemos visto en este capítulo la importancia del manejo de materiales así como de la distribución en planta. La correcta planeación e implementación de estos dos renglones dentro de un proyecto de ingeniería industrial son esenciales para alcanzar un sistema de producción eficiente. Es muy importante tener siempre a la mano las herramientas analíticas así como los principios fundamentales que rigen a estas dos áreas de la ingeniería industrial para poder llevar a cabo un proyecto ya que sin ellos se pueden presentar problemas serios debidos a un estudio deficiente o superficial.

Debemos agregar que un estudio de manejo de materiales (por profundo que sea) no nos llevará a alcanzar nuestros objetivos de producción, costo, productividad y fluidéz en los procesos si no se tiene siempre en mente a la distribución en planta y viceversa.

B I B L I O G R A F I A

Apple J. M., "Plant Layout and Material Handling",
Editorial John Wiley & Sons Inc., 3a. Edición, New York 1977

Blair R.N., Wilson C., "Elementos de Ingeniería de Sistemas Industriales",
Editorial Prenticehall, 2a. Edición, Madrid, 1973.

Ireson G.W. y Grant E.L., "Manual de Ingeniería Económica y Organización Industrial", Editorial
CECSA, 2a. Edición, México, 1982

Maynard H.B., "Manual de Ingeniería de la Producción Industrial",
Editorial Reverté S.A., 1a. Edición,
México, D.F. 1960

Muther R., "Industrial Engineering Handbook", Editorial McGraw Hill,
New York, 1971

Riggs J.L., Betlei L.L., "Industrial Organization and Management"
Editorial Mc Graw Hill, 6a. Edición, Tokio, 1979

Stocker H.E., "Material Handling", Editorial
Prentice Hall, 2a. Edición, Englewood Cliffs, N.J. 1951.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Ireson G. W. y Grant E. L., "Manual de Ingeniería Económica y Organización Industrial", Editorial CECSA, 2a. Edición, México, 1982, Págs. 379-380
- (2) Stocker H.E., "Material Handling", Editorial Prentice Hall, 2a. Edición, Englewood Cliffs, N.J. 1951
- (3) Ireson G. W. y Grant E.L., op. cit. Págs. 382 - 386
- (4) Apple J.M., "Plant Layout and Material Handling", Editorial John Wiley & Sons Inc., 3a. Edición, New York 1977, Págs. 340-342
- (5) Maynard H.B., "Manual de Ingeniería de la Producción Industrial", Editorial Reverté S.A., 1a. Edición, México, D.F. 1960, Págs. 2-110 a 2-113
- (6) Ireson G.W. y Grant E.L., op cit. Págs. 333-334
- (7) Muther R., "Industrial Engineering Handbook", Editorial McGraw Hill, New York, 1971, Págs. 11-26 a 11-27
- (8) Muther R., op. cit. Págs. 11-27 a 11-28
- (9) Maynard H.B., op. cit. Págs. 7-28
- (10) Apple J., op. cit. Págs. 248-250
- (11) Apple J., op. cit. Págs. 108
- (12) Muther R. op. cit. Págs. 11-30 a 11-31
- (13) Muther R., op. cit. Págs. 11-31 a 11-35
- (14) Muther R., op. cit. Págs. 11-56 a 11-59

CAPITULO VIII

Control de Calidad

- 8.1 Introducción
- 8.2 Definiciones
- 8.3 Requisitos
- 8.4 Beneficios
- 8.5 Sistemas de Control de Calidad Estadísticos
- 8.5.1. Gráficas para el Control de Calidad
- 8.5.2 Uso de las Gráficas de la Media y la Amplitud
- 8.5.3 Límites de Control y Límites de Tolerancia
- 8.5.4 Aplicaciones de la Gráfica de Control
- 8.5.5 Control por Atributos
- 8.5.6 Muestreo de Aceptación
- 8.5.7 Tamaño de la Muestra
- 8.5.8 Frecuencia del Muestreo
- 8.6 Conclusiones

CAPITULO VIII
CONTROL DE CALIDAD

8.1 INTRODUCCION

Durante las últimas décadas, el control de calidad ha surgido como una función primaria en la empresa industrial moderna. El control de calidad ha tomado gran importancia debido a ciertos factores como son: el alto grado de especialización de la mano de obra, el aumento de precisión y complejidad de los productos, la creación de cada vez mejores y más sofisticados instrumentos de medición, comunicación mejorada y de ahí, mayor discriminación por parte de los consumidores.

La calidad nunca puede ser absoluta, sino que es relativa a ciertas otras consideraciones. La palabra "calidad" es abstracta en su significado a menos de que esté relacionada a características definidas y comensurables del producto a que se refiere

La supervivencia de una empresa industrial hoy en día depende principalmente de dos factores:

- a) La comprensión de la naturaleza de la calidad del producto.
- b) La efectividad de los métodos utilizados para obtener la calidad deseada.

8.2 DEFINICIONES (1)

Para poder comprender en una forma más extensiva las funciones y objetivos del control de calidad tenemos que establecer cierto criterio que nos permita analizar un caso o problema dado, con bases lo suficientemente sólidas y uniformizadas para no caer en errores.

Estas bases serán las definiciones de calidad, creación de calidad y control de calidad.

1. CALIDAD

Es el conjunto de los atributos o propiedades que describen un producto. Esto se expresa en general en relación a características específicas del producto tales como longitud, diámetro, color, peso específico, etc. Para ser significativas en sentido industrial, estas características deben expresarse cuantitativamente en términos que puedan ser medidos u observados objetivamente.

2. CREACION DE CALIDAD

Aquellas actividades implicadas en la selección de las características específicas requeridas para conseguir la calidad deseada en el procesam

ento o fabricación de materiales para cumplir con las características específicas seleccionadas. La creación de calidad implica casi todos los elementos de organización de la empresa y es el objetivo básico hacia el que se dirige la mayor parte de la actividad.

3. CONTROL DE CALIDAD

Aquellas actividades que garantizan que se está creando un producto calificado de tal manera que cumplirá de hecho la función pretendida. Cuando se utiliza en este sentido, el control de calidad puede presentar dos vertientes fundamentales: asegurar que la característica del producto seleccionado alcanzará el resultado pretendido y asegurar que los artículos producidos contienen las características específicas.

Existen también otras acepciones para llegar a definir el control de calidad y tomaremos una más como ejemplo, puesto que las conclusiones son concurrentes en todos los casos.

INSPECCION (2)

La inspección es el acto o acción de comparar un producto con ciertas especificaciones aceptadas u otras normas reconocidas. La finalidad de

dicha inspección es observar si el producto se ajusta o no a la calidad estipulada y determinada, dentro de ciertos límites, en las especificaciones o normas.

CONTROL DE CALIDAD (3)

Es un sistema de inspección, análisis y acción aplicado a un proceso de fabricación, de manera que inspeccionando una pequeña porción del producto, puede efectuarse un análisis de su calidad para determinar que acción o corrección hay que efectuar en la operación, con el fin de mantener el nivel de calidad deseado. En su más amplia aplicación, el control de calidad es un dispositivo preventivo empleado para reducir al mínimo los elementos descartados, a fin de que todos los productos elaborados estén comprendidos dentro de los límites de calidad prescritos.

8.3 REQUISITOS

La implantación de un sistema de control de calidad así como de cualquier otro elemento de organización dentro del marco industrial, tiene que ir precedido por una serie de requisitos a cumplir, de no ser así, la efectividad del plan sería nula y los problemas que traería consigo serían críticos para la empresa en su totalidad.

El control de calidad exige ser tan cuidadosamente planeado, como la fabricación misma. Según J. Manuele (4) la dirección de la empresa debe consi-

derar seis requisitos fundamentales, antes de implementar un sistema de control de calidad, y estos son:

1. Propósito de la dirección de controlar la calidad.
2. Normas de calidad claramente definidas
3. Extensión adecuada de la inspección para controlar el proceso o procesos de fabricación.
4. Métodos de inspección adecuados (método por atributos o método por variables).
5. Instrumentos de inspección apropiados (instrumentos de medida ó galgas y calibres de pasa-no pasa)
6. Archivo de informes que indiquen las tendencias de la calidad del producto.

A continuación explicaremos brevemente cada uno de estos requisitos:

PROPOSITOS DE LA DIRECCION DE CONTROLAR LA CALIDAD

La dirección tiene el deber y la obligación de decidir si se debe de controlar la calidad, o si simplemente, el producto debe fabricarse en su totalidad y someterlo después a una inspección final. Puesto que el establecer un sistema de control de calidad puede exigir cambios en los procesos de fabricación, una mejora en los medios de producción o un mejor

adiestramiento de la mano de obra, si se observa que las deficiencias en la calidad se deben a una de estas causas, la dirección tiene que establecer una clara política dentro de la estructuración de la empresa. Está claro que la calidad no debe subyugarse nunca a la producción, y en este aspecto el departamento de control de calidad debe contar con el apoyo total de la dirección.

NORMAS DE CALIDAD

Las normas de calidad son el requisito de mayor importancia para el departamento de control de calidad puesto que definen que es lo que se va a controlar y de que manera. Las normas de calidad tienen que ser precisas, claramente definidas y comprensibles. Deben darse por escrito, en forma de dibujos, especificaciones técnicas detalladas o en normas industriales, cuando estas existan y se apliquen al caso particular.

Es necesario que las normas de calidad sean aceptables por el departamento técnico y por el de ventas, por el de producción y por el de control de calidad así como por el mercado consumidor y por los proveedores de la empresa.

Las normas deben de estar determinadas de tal manera que se pueda establecer la calidad media y los límites permitidos a la variabilidad (tolerancias) en la calidad entre varios productos iguales puesto que es prácticamente imposible fabricar dos piezas idénticas.

EXTENSION SUFICIENTE DE LA INSPECCION

La inspección debe tener la extensión suficiente para permitir que el producto sea inspeccionado en todas las etapas de su producción en que la calidad pueda ser afectada. La relación entre operarios de producción e inspectores suele ser de entre 20 y 30 a 1 aunque esta no es una regla para todas las industrias.

METODOS ADECUADOS DE INSPECCION

Según el tipo de industria, el departamento de control de calidad puede seleccionar entre el método por atributos y el métodos por variables. Cuando la decisión depende únicamente de si el producto cumple ó no con las especificaciones al método, se le denomina por "atributos".

Cuando la evaluación de la calidad es sin solución de continuidad o sea de variación contfnua, como por ejemplo las mediciones con micrómetro y no por calibres pasa-no pasa, el método es llamado por "variables".

La evaluación de la calidad bajo el método por variables da la medida ver dadera de la calidad del producto, indica la bondad de las piezas buenas y lo malo que son las deficientes. Conociendo la importancia de la desvia ción de la calidad real del producto respecto a las normas, se pueden identificar de manera mucho más rápida los procesos en los que se presen

tan los defectos y así se pueden efectuar las correcciones pertinentes a dicho proceso en forma más eficaz. Empleando el método por atributos, para lograr el mismo grado de control, hay que inspeccionar de diez a quince veces más piezas que cuando se emplea el de variables.

INSTRUMENTOS DE INSPECCION APROPIADOS

El quinto requisito del control de calidad es que las características del producto sean inspeccionadas con el equipo adecuado.

Los instrumentos de inspección deben de estar precisamente calibrados y ajustados. Esto significa que a intervalos regulares, dependiendo de su uso, cada instrumento debe de enviarse al laboratorio de comprobación para que se verifique su calibrado. Solo debe de haber una norma de calidad y una calidad normalizada de instrumentos de medición, tanto para el operario como para el inspector.

ARCHIVO DE INSPECCION ADECUADO

Se tiene que llevar un registro o archivo de inspección para conocer las fluctuaciones o la tendencia de la calidad. Con este fin, hay que estudiar y crear un índice que defina o describa el nivel en intervalos regulares de tiempo. Este índice se puede expresar en términos de "porcentaje defectivo", significando el porcentaje de piezas defectuosas entre las inspeccionadas.

Cualquiera que sea el índice, conviene que se guarden un mínimo de informes que se refieran a él, que indiquen su tendencia, para poder efectuar las acciones correctivas y por ende que el plan de control sea eficaz.

En los reportes de calidad se tiene que distinguir claramente entre las mejoras transitorias, las sustanciales y las permanentes. Los reportes de = ben realizarse en forma continua y no deben suspenderse simplemente por que una perturbación o defecto haya sido localizado.

Las fichas o registros sirven también para efectuar reportes periodicos para la dirección de la empresa, y así, ésta podrá evaluar el rendimiento de la actividad en ese período.

8.4 BENEFICIOS

Obviamente un sistema de control de calidad, así como cualquier otro sistema, está creado para obtener beneficios para la empresa. Los principales beneficios que propone un sistema de control de calidad bien planeado y eficientemente implantado son:

- a) Aumento de la producción
- b) Disminución en los precios unitarios
- c) Mejor imagen del fabricante
- d) Calidad óptima de producción.

a) Aumento de la Producción

Puesto que la calidad debe de incorporarse al producto, la mejor manera de hacerlo es empleando el "mejor" método de fabricación. Cuando este método mejor ha sido estudiado e implementado a fin de alcanzar la mejor calidad del producto, se encontrará que dicho método también es el mejor para lograr la máxima producción, dadas las exigencias de calidad establecidas. Además, como los descartes se reducen al mínimo y todos los productos satisfacen las normas de calidad, los planes de producción previstos se cumplen en su plenitud.

Una parte del aumento de producción también se debe a la mayor confianza con la que trabaja el operario puesto que con las fichas de control tiene siempre a la vista datos sobre la calidad del producto y sobre la tendencia de dicha calidad.

b) Costos Unitarios Menores

Puesto que se está empleando el mejor método posible de fabricación, las reducciones por piezas defectuosas también van a minimizarse, lo que nos lleva a un mayor volumen de salidas con los mismos costos fijos, luego, los costos unitarios se reducen. Además, la confianza y seguridad derivadas del empleo de los registros de control permiten acelerar muchas operaciones, reduciendo así el costo de mano de obra.

c) Mejor Imagen del Fabricante

Cuando una empresa mantiene un estricto control de calidad en sus productos, adquiere una confianza muy significativa por parte de sus clientes y esta confianza se convierte a su vez en lealtad por la marca de la empresa, todo esto es un resultado muy positivo en el contexto exterior de la empresa. Al mismo tiempo la fuerza laboral de la empresa actúa mucho más eficazmente cuando se sabe que se esta produciendo "lo mejor" y esto se traduce a su vez en menores fricciones obrero-patronales.

d) Mejor Calidad

Se puede obtener un índice de calidad final del producto de dos procedencias. En primer lugar, la cantidad de rechazos diarios que efectúan los inspectores es una indicación inmediata de la calidad de los productos fabricados. Los informes de los clientes o de los departamentos que reciben los productos constituye la otra fuente de información indicadora de la verdadera calidad del producto.

Según se va alcanzando el nivel deseado de calidad en la producción, se puede reducir el personal de inspección en los procesos intermedios de fabricación, lo cual aminora el costo de calidad por producto.

8.5 SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD ESTADISTICOS (5)

Como el control de calidad está dirigido hacia el futuro, es necesaria la habilidad para hacer estimaciones. Para poder llevar a cabo tales predicciones se requiere del conocimiento de la estadística,

8.5.1 Gráficas para el Control de Calidad

Las gráficas para el control de calidad se emplean para el control diario de los procesos de producción. Dos tipos básicos de gráficas son de uso común. La gráfica para las medias y la gráfica para las amplitudes. Ambas gráficas permiten el trazo de valores de muestra sobre una escala de tiempos.

Gráficas para las Medias (Gráfica X)

Una gráfica para las medias contiene dos escalas. La escala de la base representa tiempo. En la escala vertical existen graduaciones para trazar los valores muestrales. La escala vertical tiene su centro en el valor medio. También son necesarias otras dos líneas: los límites de control superior e inferior. Por lo general, éstas son determinadas con referencia a la desviación estándar.

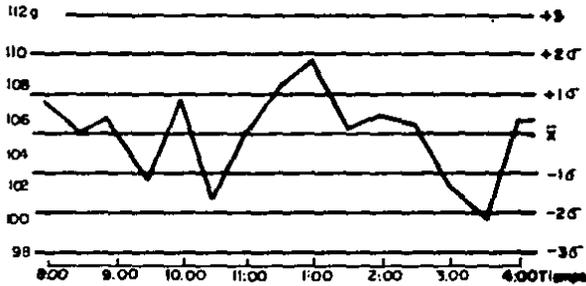


Fig. 8.1 Gráfica para las Medias.

Cuando la variación de los productos excede de más o menos una ó dos desviaciones estándar, el departamento de control de calidad entrará en sospechas puesto que se supone que la variación en el producto no se debe enteramente al azar.

En una situación gobernada por variaciones al azar, los valores muestrales deben variar tanto por arriba como por abajo de la media.

El valor de las gráficas de la media radica en el hecho de que una vez que son ajustadas, pueden ser llevadas al día por personal con relativamente pocos conocimientos. Cuando todo va normalmente, no se requiere dedicar ningún tiempo administrativo a la sobrevigilancia. Cuando las situaciones comienzan a quedar fuera de control, entonces puede recurrirse a la administración para que intervenga.

Otra de las ventajas de las gráficas de la media, es que permite la corrección de una producción defectuosa antes que avance demasiado. Además, las gráficas de la media ayudan al gerente de control de calidad para descubrir que tipo de problemas están causando que la producción sea de mala calidad.

Gráficas de Amplitud

Las gráficas de amplitud son muy valiosas en el control de calidad, debido a que indican los cambios en la dispersión de los valores máximos y mínimos en una distribución de frecuencias. En la mayoría de los casos, el gerente de control de calidad desearía una amplitud reducida en el proceso de producción. Cuando la amplitud aumente más allá de los límites de control, está indicada la acción correctiva.

La construcción de una gráfica de amplitud es similar a la gráfica de la me dia.

El procedimiento para calcular la amplitud media (\bar{R}) y la desviación estándar de la amplitud (σ_R), comprende los siguientes pasos:

1. Se anotan y suman el número de desviaciones
2. Se registra el valor más grande en cada muestra
3. Se registra el valor menor en cada muestra
4. Se anota la diferencia entre los valores mayor y menor de cada muestra. A continuación se suman estas amplitudes
5. Se calcula y anota la amplitud media
6. Se calcula y anota la desviación de cada amplitud de muestra de la amplitud media
7. Las desviaciones se elevan al cuadrado y se suman

Las fórmulas siguientes proporcionan la amplitud media y las desviaciones estándar de la amplitud:

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{N} \quad (1)$$

$$\sigma_R = \sqrt{\sum X^2 / N} \quad (2)$$

Las mismas observaciones que se aplican a las gráficas de la media se aplican a las gráficas de amplitud. Se supone que el 68,27% de las amplitudes de muestras estarán dentro de más o menos una desviación estándar de la amplitud de la media. También se aplican los límites para dos y tres desviaciones estándar. Algebraicamente, estos límites son como sigue:

$\bar{R} \pm 1 \sigma_R = 68.17\%$ de los casos

$\bar{R} \pm 2 \sigma_R = 95.45\%$ de los casos

$\bar{R} \pm 3 \sigma_R = 99.73\%$ de los casos

Cuando los valores de amplitudes de muestra exceden de estos límites, ha llegado el momento de las dificultades, bajo el punto de vista del control de calidad.

Otro método puede usarse para encontrar la amplitud media y la desviación estándar de la amplitud. Sobre la base de la teoría de la probabilidad y de la distribución normal, es posible expresar las relaciones de R y \bar{R} y la desviación estándar de la media. Estas relaciones se pueden encontrar en forma de tabulaciones como la mostrada en la tabla 8.1

TABLA 8.1

Tamaño de la Muestra	d_2^*	d_3^{**}
2	1.128	0.853
3	1.693	0.888
4	2.059	0.880
5	2.326	0.864
6	2.534	0.848
7	2.704	0.833
8	2.847	0.820
9	2.970	0.808
10	3.078	0.797
12	3.258	0.778
14	3.407	0.762
16	3.532	0.749
18	3.640	0.738
20	3.735	0.729

* Constante para la amplitud media

** Constante para la desviación estándar de la amplitud

Para encontrar la amplitud media y la desviación estándar de la media, se emplean las siguientes ecuaciones:

$$\bar{R} = d_2 \sigma \quad (3)$$

$$\sigma_R = d_3 \sigma \quad (4)$$

Por ejemplo, si el tamaño de la muestra es veinte y la desviación estándar de la media es 2 pulgadas, entonces:

$$\bar{R} = (3.735) (2)$$

$$\sigma_R = (0.729) (2)$$

$$\bar{R} = 7.470 \text{ Plg.}$$

$$\sigma_R = 1.458 \text{ Plg.}$$

El uso de la tabla de constantes reduce en forma importante el tiempo requerido para preparar y revisar las gráficas de amplitud.

8.5.2 Uso de Gráficas de la Media y de la Amplitud

Para un control de calidad efectivo es esencial usar las gráficas de la media y las gráficas de la amplitud juntas. La razón para ello es que una u otra gráfica, cuando se usan solas, no describen exactamente la situación de el ó los procesos. Para explicar esta relación, examinemos primeramente las medias cambiantes y luego examinaremos las amplitudes cambiantes.

Es muy posible, en una situación de producción, encontrar que está cambiando la media de las muestras que se están examinando. Esto puede mostrarse gráficamente en la Fig. 8.2.

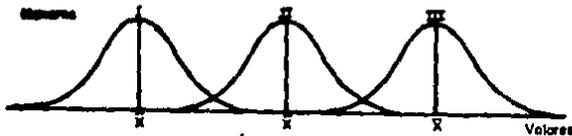


Fig. 8.2 Medias Cambiantes en Varias Muestras

Supongamos que la muestra I fue tomada a las 9:00, que la muestra II fue tomada a las 11:00 y que la muestra III fue tomada a las 14:00. Supongamos también que la media de la muestra I corresponde a la media deseada para propósitos de control de calidad. En la Fig. 8.3 se muestra una gráfica de la media que representa esta situación.

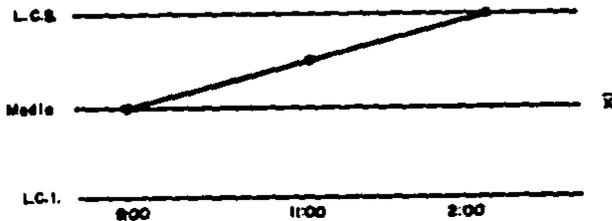


Fig. 8.3 Gráfica de la Media

Observese que la gráfica de la media muestra tendencia al descontrol. Si solo hubiéramos examinado la gráfica de amplitud, parecería que todo estaba bajo control. La Fig. 8.4 muestra la gráfica de la amplitud para esta situación.

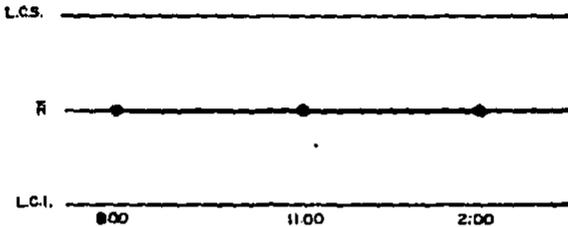


Fig. 8.4 Gráfica de la Amplitud

En este caso, la media varió en tanto que la amplitud permaneció constante.

Ahora examinaremos una situación en donde la media es constante y la amplitud está quedando fuera de control. La Fig. 8.5 muestra lo que está sucediendo a las distribuciones de la muestra en los tres intervalos de tiempo, 9:00, 11:00 y 14:00.

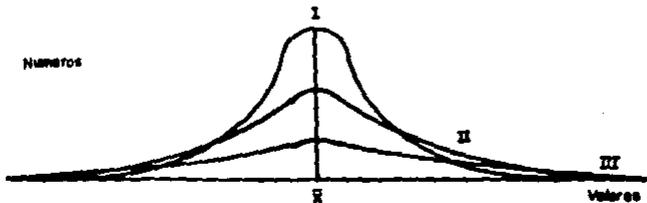


Fig. 8.5 Amplitudes Cambiantes en Varias Muestras

En esta situación, la media no ha cambiado. La gráfica de la media para este ejemplo se muestra en la Fig. 8.6 observando únicamente la gráfica de la media, parecería que todo estaba bajo control.

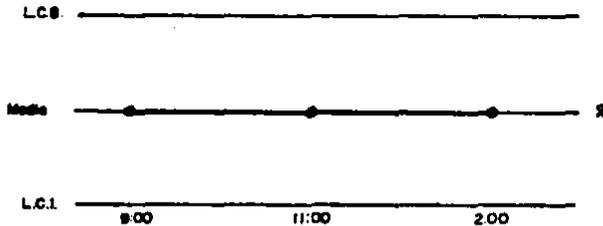


Fig. 8.6 Gráfica de la Media

Sin embargo, si solo se hubiera empleado la gráfica de la amplitud, parecería que el proceso iba quedando fuera de control. A medida que la distribución se extiende más y más, la amplitud también aumenta. Esta situación se muestra en la Fig. 8.7.

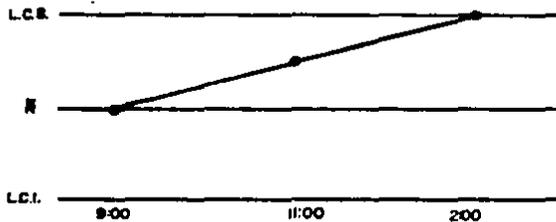


Fig. 8.7 Gráfica de la Amplitud

En la mayoría de las situaciones de producción, cambian al mismo tiempo tanto la media como la amplitud. Por lo tanto, es esencial usar tanto la gráfica de la media como la gráfica de la amplitud para un control de calidad efectivo.

8.5.3 Límites de Control y Límites de Tolerancia

Una vez que se han reunido y se han analizado los datos estadísticos, se presenta una importante pregunta con relación a la determinación de los límites en las gráficas de control. ¿A qué nivel deben fijarse los límites de control?

Si se fijan límites muy estrechos y cercanos a la media ó a la amplitud media en las gráficas respectivas, la probabilidad de cometer un error de tipo I aumenta. El error de tipo I está basado sobre una suposición equivocada de que el proceso está fuera de control cuando en realidad está controlado.

Por otra parte, si se establecieran límites muy amplios, aumentaría la probabilidad de cometer un error de tipo II. El error de tipo II está basado en la suposición equivocada de que el proceso está controlado cuando en realidad está fuera de control.

La práctica común industrial de usar límites de control superior e inferior ha estado basada en el concepto de los límites de control estadísticos. Además de este concepto, se debe considerar otro tipo de límite. A este tipo de límite se le conoce como tolerancia ó especificación y del cual ya hablamos anteriormente en este capítulo. Este límite no queda determinado por métodos estadísticos sino que se determina al diseñar el producto. Los ingenieros pueden especificar que un producto debe conformarse a ciertas dimensiones, pero que se permitirán tolerancias de más o de menos.

Si los límites de control estadístico se encuentran dentro de los límites de tolerancias, entonces habrá pocos problemas en terminos de cumplir con las especificaciones de ingeniería ó de los clientes. Sin embargo, si los límites de control estadístico caen fuera de los límites de tolerancia, entonces se presenta un problema especial. Existen varias formas de manejar este problema.

- a) Podría alterarse el proceso de producción para que los límites de control estuvieran dentro de los límites de tolerancia.
- b) Podría modificarse la tolerancia establecida si la maquinaria no puede alcanzar estos límites tan estrechos.
- c) Si ninguno de los dos casos anteriores pueden llevarse a cabo, se podría fabricar el producto, revisando cada uno de sus componentes. Los productos que sean buenos se despacharán a los clientes, mientras que los defectuosos se retendrán para reprocesarlos o simplemente se deshecharán.

8.5.4 Aplicaciones de la Gráfica de Control

Observese que las gráficas de la media y de la amplitud se usan cuando es necesario el control sobre las variables. Cuando es necesario el control sobre los atributos se usan gráficas de control de tipo distinto.

Hasta este punto, se ha tratado el control de calidad estadístico según se relaciona al control de las variables. El tipo de técnica de control que se emplea para el control de calidad por atributos, está basado en la distribución binomial.

8.5.5 Control por Atributos

En el control por atributos, la distribución está basada en la proporción de unidades defectuosas y aceptables. Una distribución basada en tales proporciones se conoce como distribución binomial y se presenta en la Fig. 8.8



Fig. 8.8 La Distribución Binomial

Como en el caso de la distribución normal, pueden determinarse los límites en la distribución binomial si se conocen dos medidas:

- a) La proporción media de las piezas defectuosas "P"
- b) El error estándar de la proporción P

Dadas estas medidas, el área debajo de una curva que corresponda a más ó menos uno, dos y tres errores estándar de la proporción a partir de la media son el 68.27%, el 95.45% y el 99.73% respectivamente. La proporción media puede ser determinada calculando la media aritmética de las proporciones de la muestra. El error estándar de la proporción puede calcularse usando la ecuación siguiente:

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \quad (5)$$

Donde:

- σ_P = Error Estándar de la Proporción
- P = Porción Media de Piezas Defectuosas
- n = Tamaño de la Muestra

La distribución de las proporciones y de las áreas correspondientes abajo de la curva se muestran en la Fig. B.9

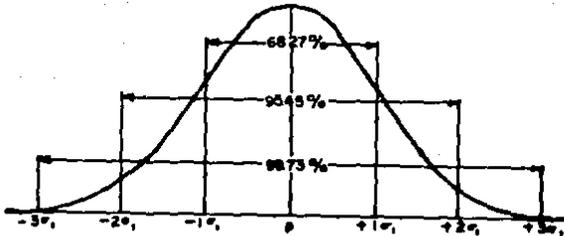


Fig. 8.9 Areas Bajo la Curva Normal

La gráfica de control para el porcentaje defectuoso se conoce como gráfica p. Se construye igual que las gráficas de la media y de la amplitud, con límites de control superior e inferior. La proporción media de artículos defectuosos es el punto en la cual se traza el centro de la línea. La Fig. 8.10 representa una gráfica p.

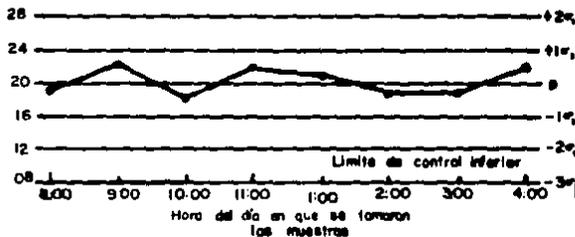


Fig. 8.10 Gráfica "p"

Aplicación de las Gráficas p.

En la mayoría de las industrias de transformación, la condición final será aquella en la cual el porcentaje defectuoso sea cero. Sin embargo, fabricar

de manera que no resulten defectos puede ser bastante caro, ó puede indicar que los estándares de las especificaciones son tan amplios que todos los artículos que se producen caen dentro de los límites de control. Por esta razón, la administración y el personal de control de calidad por lo regular fijan un porcentaje máximo de artículos defectuosos que no debe excederse.

La gráfica p se usa en la forma siguiente para el control de calidad. El trazado se hace durante el día para indicar la proporción de artículos defectuosos en muestras tomadas al azar en la línea de producción. Mientras la proporción defectuosa caiga dentro de los límites de control, la producción no se detiene. Cuando se exceden los límites, se debe actuar. El gerente de control de calidad investigará la situación e intentará corregir las causas del problema. De igual manera, si disminuye la proporción defectuosa, el gerente debe investigar la situación para saber por que se están produciendo los artículos con menos defectos. Puede encontrar que el proceso se ha mejorado ó que la materia prima es de mejor calidad. Cualquiera que sea la causa, puede intentar incorporar esta mejora en el proceso de producción. Esto daría como resultado una proporción media defectuosa que sería menor que la original.

9.5.6 Muestreo de Aceptación

El muestreo de aceptación es un método para determinar la calidad de una población ó universo a partir de la inspección de una muestra de dicha población.

Existen varias razones por las cuales las empresas emplean el muestreo de aceptación, la primera de ellas es que una inspección del 100% de todos los productos terminados y de los suministrados es mucho más costosa que la inspección de algunas muestras. La segunda es que ciertas inspecciones requieren de la destrucción del artículo que se está probando.

La tercera razón es que la inspección del 100% causa aburrimiento y fatiga en el inspector, y esto le llevará inevitablemente a cometer errores en sus mediciones y en su criterio.

El concepto básico del muestreo de aceptación es que las muestras de productos tomados de una población serán representativos de ese universo ó de esa población. El muestreo de aceptación sirve para juzgar la calidad tanto en términos de variables como de atributos.

A continuación se presentan cuatro facetas del muestreo de aceptación.

1. Curvas Caracterfsticas de Operación
2. Planes de Muestreo Sencillo
3. Planes de Muestreo Doble
4. Planes de Muestreo en Secuencia

1. Curvas Características de Operación

Estas curvas indican lo bien que una muestra dada haga la distinción entre lotes aceptables e inaceptables. La Fig. 8.11 representa tres curvas características de operación para muestras que contienen cincuenta unidades y para las cuales el nivel de aceptación en términos de porcentaje defectuoso "C" es igual a 1, 2 y 3%.

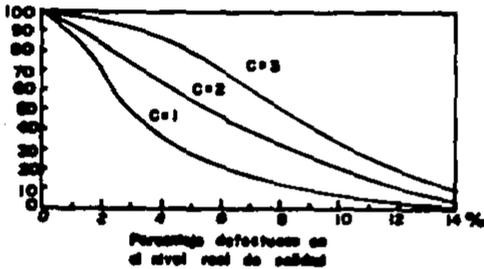


Fig. 8.11 Curvas Características de Operación de Tres Muestras con Distinto % Defectuoso

Observese que si el nivel de calidad real es 0% defectuoso, la probabilidad de aceptación del lote es de 100%. Por otra parte, si el nivel de calidad real es defectuoso en un porcentaje elevado, la posibilidad de aceptación del lote es muy baja.

Existen varias razones por las cuales las empresas emplean el muestreo de aceptación, la primera de ellas es que una inspección del 100% de todos los productos terminados y de los suministrados es mucho más costosa que la inspección de algunas muestras. La segunda es que ciertas inspecciones requieren de la destrucción del artículo que se está probando.

La tercera razón es que la inspección del 100% causa aburrimiento y fatiga en el inspector, y esto le llevará inevitablemente a cometer errores en sus mediciones y en su criterio.

El concepto básico del muestreo de aceptación es que las muestras de productos tomados de una población serán representativos de ese universo ó de esa población. El muestreo de aceptación sirve para juzgar la calidad tanto en términos de variables como de atributos.

A continuación se presentan cuatro facetas del muestreo de aceptación.

1. Curvas Características de Operación
2. Planes de Muestreo Sencillo
3. Planes de Muestreo Doble
4. Planes de Muestreo en Secuencia

1. Curvas Características de Operación

Estas curvas indican lo bien que una muestra dada haga la distinción entre lotes aceptables e inaceptables. La Fig. 8.11 representa tres curvas características de operación para muestras que contienen cincuenta unidades y para las cuales el nivel de aceptación en términos de porcentaje defectuoso "C" es igual a 1, 2 y 3%.

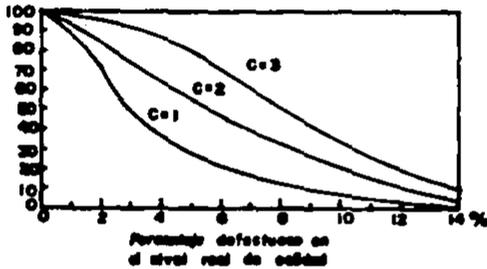


Fig. 8.11 Curvas Características de Operación de Tres Muestras con Distinto % Defectuoso

Observese que si el nivel de calidad real es 0% defectuoso, la probabilidad de aceptación del lote es de 100%. Por otra parte, si el nivel de calidad real es defectuoso en un porcentaje elevado, la posibilidad de aceptación del lote es muy baja.

aceptarlo o rechazarlo. Si el porcentaje ó número de defectuosos es mayor que el nivel superior de aceptación, entonces se rechaza todo el lote.

Si el porcentaje ó número de defectuosos está entre el nivel de aceptación definitiva y un nivel superior, entonces se toma una segunda muestra. Para la segunda muestra no hay una frontera dudosa; ya sea que el porcentaje ó número de defectuosos es menor al nivel aceptable y entonces se acepta el lote, o que el porcentaje o número de defectuosos es mayor que el nivel aceptable, entonces se rechaza el lote. Debe notarse que el nivel aceptable para la segunda muestra no es el mismo que para la primera.

Planes de Muestreo en Secuencia

Los planes de muestreo en secuencia utilizan tamaños de muestra todavía menores a los usados para el muestreo doble. El procedimiento es el mismo que para el muestreo doble, ya que existen tres posibilidades después de que se ha determinado el porcentaje o número de defectuosos: aceptación del lote, rechazo del lote, o decisión suspendida. Si se suspende la decisión, se toma otra muestra y nuevamente existen tres posibilidades. Esto puede continuar con varias muestras hasta que se llega a un punto en el que solo pueden hacerse dos decisiones posibles: aceptar o rechazar el lote.

8.5.7 Tamaño de la Muestra

Aún cuando existen fórmulas de las que se puede disponer que proporcionan

tamaños precisos de muestra para su uso en el control de calidad estadístico, la determinación del tamaño de la muestra suele ser cosa de sentido común. La industria utiliza con frecuencia un tamaño de muestra de cuatro o cinco unidades para controlar las variables con gráficas de la media y de la amplitud.

Suelen usarse tamaños de muestra de cien unidades para el control de los atributos.

En términos generales, la determinación del tamaño de la muestra descansa en la economía de reunir las muestras, en el tiempo disponible para la inspección y la conveniencia de reunir las muestras.

8.5.8 Frecuencia del Muestreo

La frecuencia con la que deben sacarse las muestras es otro asunto que suele ser manejado usando el criterio y el sentido común en vez de formulas. Si el proceso parece estar controlado por el análisis de los datos de las muestras, y esta situación ha permanecido constante por varias semanas, es factible que el gerente de control de calidad tome menos muestras.

Por otra parte si el proceso parece estar quedando fuera de control, puede decidir tomar muestras con más frecuencia o incluso revisar todos los artículos que se producen para darse cuenta de lo rápido que está quedando el proceso fuera de control y por que está sucediendo eso.

Se debe buscar un término medio en la frecuencia de los muestreos para que rinda un nivel de control aceptable a un costo moderado.

8.6 CONCLUSIONES

El control de calidad en la actualidad es uno de los aspectos que requiere mayor atención dentro de la industria. Su organización e implantación debe de ser planeada con mucho cuidado ya que de no ser así, el sistema no rendirá ningún beneficio para la empresa. Se tiene que poner gran atención a los renglones de inspección en cada proceso en el cual la calidad del producto pueda ser afectada ya sea: materias primas, material en proceso, piezas ó subensambles comprados, así como el producto terminado.

También deben de vigilarse sigilosamente los costos de la calidad para que estos no excedan las estimaciones y no afecten a la infraestructura de la empresa por falta de competitividad en el mercado.

Los sistemas de control de calidad estadístico son de gran ayuda para mantener el control deseado en los procesos de fabricación. Estos sistemas tienen que ser analizados cuidadosamente para poder determinar cual es el que se presta de manera más eficiente para un renglón industrial en particular.

Asimismo, el muestreo de aceptación facilita y economiza la labor de inspección manteniendo constante el grado de control deseado en los procesos.

La administración debe fijar las políticas básicas de la empresa en todos los renglones, pero particularmente para el control de calidad puesto que estas políticas serán las que responderán a las preguntas ¿qué? ¿cuanto? ¿cuando? ¿donde? ¿como?, etc., del departamento de control de calidad.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Apple H. James, "Plant Layout and Material Handling". Edit. John Wiley and Sons. 3a. Edición. Nueva York, 1976.
- (2) Francis Richard, White John, "Facility Layou and Location: An Analytical Approach", Edit. Prentice Hall. 1a. Edición. New Jersey, 1974.
- (3) Hopeman Richard J. "Producción: Conceptos, Análisis y Control". Edit. C.E.C.S.A. 2a. Edición. México, 1971.
- (4) Riggs James L., Bethel Lawrence L. "Industrial Organization and Management". Editorial McGraw Hill, 6a. Edición, Tokio, 1979.
- (5) Turner Wayne C., Mize Joe H., Case Kenneth E., "Introduction to Industrial and Systems Engineering", Edit. Prentice Hall, 1a. Edición, New Jersey, 1978.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Ireson G. William, "Manual de Ingeniería Económica y Organización Industrial", Editorial CECSA, 2a. Edición, México, 1982, Págs.776
- (2) Maynard H.B., "Manual de Ingeniería de la Producción Industrial", Editorial Reverté, S.A., 1a. Edición, México, D. F. 1960, Págs. 6-85 a 6-92.
- (3) Ibid (2)
- (4) Ibid (3)
- (5) Hopeman J. R., "Producción Conceptos Control y Análisis" Editorial CECSA, 1a. Edición, México, 1982, Págs. 543-563.

CAPITULO IX

SOLUCIONES AL PROBLEMA CONTROL DE PRODUCCION

- 9.1 Introducción
- 9.2 Control de Bultos
- 9.3 Calculo del Inventario en Proceso Basado en el Inventario por Estación de Trabajo (Bultos)
- 9.4 Control Individual y Control de Producción
- 9.5 Control Bi-Horario de Producción
- 9.6 Aplicación del Estudio de Tiempos
- 9.7 Sistema de Salarios e Incentivos
- 9.8 Control de Calidad
- 9.9 Conclusiones

9.1 INTRODUCCION

Como mencionamos anteriormente en el capítulo III del presente trabajo, uno de los problemas principales dentro de el área de aparato de la empresa G & J es el deficiente control de la producción debido a la falta de un sistema organizado mediante el cual se lleve a cabo dicho control.

Este capítulo presentará los métodos y procedimientos con los que se puede obtener un control efectivo de la producción dentro del área de aparato de la empresa G & J.

A diferencia de la Parte II de este trabajo, en la que se presentaron los fundamentos teóricos de la ingeniería industrial, este capítulo señalará las herramientas prácticas (basadas en los fundamentos teóricos) con las que se ha de atacar el problema del control de producción, normando así la organización dentro de el área de aparato.

El objetivo de esta sección será el de desarrollar un plan de procedimientos sencillo y práctico con el cual se pueda regular el trabajo a fin de lograr un mayor rendimiento en el procesamiento de los artículos, un mayor volumen de producción y una normalización en la calidad de los artículos fabricados para elevar así la productividad del área de aparato.

9.2 SISTEMA DE CONTROL DE BULTOS

El flujo ordenado de las prendas en la línea de producción y la coordinación de estilos, es fundamental para obtener una alta eficiencia en el proceso. El Sistema de Control de Bultos es el medio idóneo para conseguir lo anterior en este tipo de industria.

El sistema se divide en tres etapas:

- a) Fase de Preparación
- b) Fase de Instalación en la Línea
- c) Control de Bultos.

a) FASE DE PREPARACION

Antes de introducir en la línea de producción las piezas provenientes del departamento de corte, será necesario agruparlas en bultos.

Los bultos deben tener ciertas características respecto al número de piezas que los integran; la cantidad debe ser determinada por factores tales como:

- Tipo de prenda a confeccionarse.
- Volúmen de la prenda.
- Velocidad del proceso.

Es decir, en una prenda de volúmen considerable que requiere de un procesamiento relativamente prolongado, como podría ser el caso de un abrigo o saco el número de piezas en el bulto será menor. Cuando se trate de piezas más pequeñas (como nuestro caso) y donde el proceso de confección sea más rápido, el núme

ro de piezas que integren el bulto deberá ser mayor.

El objeto de disminuir o aumentar respectivamente la cantidad de piezas de los bultos, es el de mantener un ritmo de avance continuo de los mismos, es decir, que el tiempo de proceso en cada estación de trabajo no sea demasiado elevado y que sean de fácil manipuleo.

La persona encargada de la preparación de los bultos, la cual debe estar localizada en una estación de trabajo independiente al final del área de corte, incluirá en cada uno de estos la cantidad de piezas predeterminadas como más conveniente. Se harán tantos bultos como componentes del zapato tenis que deban procesarse por separado, como pueden ser:

Cuerpo	Contraforte	Puntilla
Chinela	Base de Ojillado	Forro
Lengüeta	Accesorios	Etc.

Cada bulto llevará una etiqueta o ticket donde se indicará:

- . Número de bulto.
- . Estilo,
- . Talla,
- . Cantidad,
- . Valor (en minutos, puntos o dinero, según se establezca).

También se deberá de generar una hoja de preparación de bultos en la cual se anotará el color, la talla, la cantidad de piezas, el número de bulto y el número de foleado correspondientes.

FECHA _____		ESTILO _____				
COLOR	TALLAS			24	24	24
M A R I N O	CANTIDAD			30	30	30
	NO. BULTO			21	22	23
	NO. FOLIO			420/439	440/459	460/479
NEGRO						

Fig. 9.1 Hoja de preparación de bultos

El ejemplo de la Fig. 9.1 se refiere a un zapato para el cual hemos definido que la cantidad de unidades por bulto es de 30, en el corte vienen 90 prendas color azul marino talla 24. Anotaremos el color en la columna respectiva y dividiremos la talla en tres bultos de treinta unidades, cada uno, haciendo las anotaciones en las columnas y líneas correspondientes. Para evitar confusiones, las anotaciones deben hacerse ordenadamente. La hoja deberá de seguir siendo llenada con la siguiente talla en el color azul hasta terminar con este color para luego continuar con otro, en nuestro caso negro.

La prioridad dada al color sobre la talla es debido a la ventaja de reducir el número de veces que se deberá cambiar el color del hilo en las máquinas de coser. Por convención la preparación de los bultos se empieza siempre por la talla más grande.

b) FASE DE INSTALACION EN LA LINEA

Los bultos serán procesados en la línea de producción, siguiendo para su entrada y avance la numeración progresiva.

Cada operario, una vez que termina con el bulto volverá a amarrarlo y copiará en su hoja de control individual los datos incluidos en la etiqueta o bien cortando el ticket correspondiente a la operación realizada y pegándolo en su hoja. Después de estas operaciones el bulto estará en condiciones de pasar a la siguiente operación del proceso.

Si el sistema ha sido correctamente aplicado en la primera operación de ensamble, tendremos los bultos de las piezas correspondientes a una misma prenda al final de esta fase.

c) CONTROL DE BULTOS.

El avance de las diversas órdenes de producción se anota en la forma de Control de Bultos.

En la primera y segunda columnas de la forma, se anotan las operaciones del proceso siguiendo el flujo de producción de la hoja de preparación de la cuál se tomarán los datos referentes a color, talla, número de bulto y cantidad.

El auxiliar encargado del control, anotará en cada uno de los cuadros el número de la operaria que realizó sobre el bulto la operación indicada en la segunda columna, cuyo número está marcado en la línea correspondiente.

BULTO NO.	100	101	102
PROCESO			
CERRAR TALON	10	10	15

En el ejemplo, el operario número 10 cerró los talones de los bultos número 100-101 y el operario número 15 lo hizo con los del bulto número 102.

La Fig. 9.2 muestra la forma de Control de Bultos completa; esta será la principal herramienta para llevar un eficiente seguimiento de las ordenes que se estan procesando así como para calcular los salarios correspondientes en el sistema de pagos por destajo.

La anotación debe de hacerse en la hoja de control una vez terminada la operación sobre todo un bulto y dicho bulto deberá ser colocado por el auxiliar en la mesa de trabajo en la que se hará la siguiente operación y así sucesivamente.

El avance será correcto cuando en la hoja los cuadros finales de operaciones sucesivas se puedan unir mediante una línea recta, cuya inclinación variará según el inventario entre operaciones. Si la línea se quiebra quiere decir que existe un problema en la operación donde el quiebre se produce, el cuál será necesario analizar para resolverse.

Este control nos permite individualizar cualquier atraso en el proceso de un bulto.

El control de las anotaciones de los operarios en sus hojas individuales se hará también en base al control de bultos, debiendo coincidir las anotaciones en ambos, para un mismo bulto.

Los defectos detectados sobre las prendas en la inspección del

producto terminado podrán atribuirse con certeza a la operaria responsable chequeando el número del bulto.

El control de bultos permite estimar los plazos de entrega al almacén de producto terminado de los distintos productos en proceso, conociendo su avance en la línea.

Mediante el empleo de distintos colores para anotar los bultos procesados cada día, se puede conocer la producción diaria de los operarios.

Finalmente y en caso de no existir algún otro control, podemos utilizar el Control de Bultos para determinar:

- Producción,
- Eficiencia,
- Salarios, etc.

9.3 CALCULO DEL INVENTARIO EN PROCESO BASADO EN EL INVENTARIO POR ESTACION DE TRABAJO (BULTOS)

El inventario en proceso se define como la cantidad de prendas que debe haber en la línea para permitir el flujo continuo de la producción, sin interrupciones. Por lo tanto, la función del inventario en proceso es:

- Correlacionar los distintos tiempos de operación (operaciones consecutivas) para el mejor aprovechamiento de los elementos de producción.
- Prever los factores aleatorios que puedan afectar la continuidad del proceso.

- Facilitar el balanceo de la línea.

Por consiguiente, para hacer el cálculo es necesario evaluar los tiempos de operación y los factores que afecten la programación.

Los factores que intervienen en el proceso, independientemente de las operaciones de manufactura, se refieren a la organización de:

- . Máquinas Auxiliares
- . Refacciones
- . Servicio Mecánico
- . Operarios Suplentes
- . Estilos Substitutos

Según la existencia y eficiencia de estos elementos, los tiempos necesarios para solucionar los problemas que se presenten en la línea serán variables, mayores mientras más escasos e ineficientes.

El tiempo que se estime necesario para solucionar problemas eventuales de producción será la base del cálculo del inventario en proceso y lo llamaremos TIEMPO DE INVENTARIO POR ESTACION DE TRABAJO (te). Para simplificar el cálculo daremos el mismo valor a los inventarios de todas las estaciones de trabajo.

Ahora bien, una operación puede realizarse en más de una estación de trabajo, debemos entonces calcular el TIEMPO DE INVENTARIO POR OPERACION (top).

$t_{op} = t_e$ (TIEMPO DE INVENTARIO POR ESTACION DE TRABAJO) x e_t
(CANTIDAD DE ESTACIONES DE TRABAJO)

El siguiente dato es el TIEMPO DE OPERACION. El tiempo de operación es distinto para cada operación del proceso lo que daría, considerando igual el (t_e) para todas las operaciones, cantidades de prendas variables en cada inventario, por lo tanto consideraremos un tiempo de operación promedio.

Para calcular el TIEMPO DE OPERACION PROMEDIO " t ", nos basaremos en:

Duración de la jornada de trabajo	t_s	minutos
Cantidad de estaciones de trabajo	e_t	unidades
Prendas producidas diariamente	p	unidades
Operaciones del proceso	op	unidades

FORMULA:

$$t = \frac{t_s \times e_t}{p \times op} = \frac{\text{MINUTOS}}{\text{OPERACIONES}}$$

El INVENTARIO POR ESTACION DE TRABAJO (I_e) o cantidad de prendas a procesarse, será:

$$I_e = \frac{t_e}{t} = \frac{\text{TIEMPO DE INVENTARIO POR ESTACION DE TRABAJO}}{\text{TIEMPO PROMEDIO DE OPERACION}}$$

El INVENTARIO POR OPERACION (I_{op}) es igual a:

$$I_{op} = \frac{t_e \times e_t}{t} = \frac{\text{INVENTARIO POR ESTACION DE TRABAJO X NUMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO QUE HACEN UNA OPERACION}}{\text{TIEMPO DE OPERACION}}$$

EL INVENTARIO EN PROCESO será entonces igual a:

$$\text{INVENTARIO EN PROCESO} = I_e \times \text{Número de estaciones de Trabajo}$$

$$\text{INVENTARIO EN PROCESO} = I_{op} \times \text{Número de Operaciones}$$

Ejemplo. Supongamos que las condiciones de los elementos de balanceo de la producción nos aconseja mantener inventario para cada estación de trabajo, de 90 minutos, entonces tenemos:

$$t_e = 90 \text{ minutos}$$

$$t_s = 480 \text{ minutos}$$

$$e_t = 125 \text{ estaciones de trabajo}$$

$$p = 1500 \text{ prendas}$$

$$o_p = 20 \text{ operaciones}$$

FORMULA:

$$t = \frac{t_s \times e_t}{p \times o_p} = \frac{480 \times 125}{1500 \times 20} = \frac{60,000}{30,000} = 2 \text{ MINUTOS}$$

En una operación donde sólo hay una estación de trabajo donde se efectúa una operación el inventario para esta operación será:

$$I_{op} = \frac{t_e \times e_t}{t} = \frac{90 \times 1}{2} = 45 \text{ UNIDADES O PRENDAS}$$

Si el número de estaciones de trabajo (e) de la operación es cuatro:

$$I_{op} = \frac{t_e \times e_t}{t} = \frac{90 \times 4}{2} = 180 \text{ UNIDADES}$$

$$I_e = \frac{I_{op}}{e} = \frac{180}{4} = 45 \text{ UNIDADES}$$

Inventario en proceso = $I_e \times e_t$ 45 125 = 5625 UNIDADES

En días de trabajo: $\frac{\text{INVENTARIO EN PROCESO}}{P} = \frac{5625}{1500} = 3.75 \text{ DIAS}$

El inventario calculado es solamente el que se encuentra distribuido en la línea de producción; los cortes en stock al principio de la línea no están considerados ni los terminados por entregar a la bodega.

9.4 CONTROL INDIVIDUAL Y CONTROL DE PRODUCCION

El Control Individual de Producción es el registro que cada operaria lleva de su producción, desglosada cada dos horas y cuarto.

Se ha dividido la jornada laborable en períodos de dos horas y cuarto, considerando la necesidad de contar con la información inmediata sobre producción en cada estación de trabajo, permitiendo al supervisor recogerla, analizarla y tomar las medidas pertinentes.

SISTEMAS

- Hoja de Control Individual
- Tickets

HOJA DE CONTROL INDIVIDUAL

La Hoja de Control Individual es personal y diaria. Al iniciar la jornada de trabajo el operario anotará la fecha, su nombre y el número que le corresponda. La Fig. 9.3 muestra el formato de la Hoja de Control Individual de Producción

En la primera columna están indicados los períodos en que se dividió el día de trabajo. Supongamos que en la fábrica se trabaja de 8:30 a 14:00 y de 14:00 a 18:30 con una interrupción de una hora, de 13:00 a 14:00 horas para el lunch, entonces los períodos serán:

- 8:30 a 10:45
- 10:45 a 13:00
- 14:00 a 16:15
- 16:15 a 18:30

El operario anotará el trabajo terminado en el período que corresponda a la hora de finalización del mismo. En la segunda columna anotará la operación o proceso que ha realizado; en la tercera el estilo de la prenda que se está procesando; en la cuarta el número correspondiente al bulto; en la quinta la cantidad de prendas o piezas que procesó; la sexta columna sirve para controlar los tiempos perdidos y sus causas; en la séptima y última columna se anotarán los minutos ganados por el operario.

La relación de minutos ganados sobre minutos totales nos da la eficiencia real, permitiéndonos además el cálculo rápido del salario ganado en el día.

La Hoja de Control Individual cumple también funciones de autocontrol para el operario, permitiéndole conocer el avance de su producción.

Por último, la hoja de Control Individual servirá para que el Supervisor tome de ésta la información requerida para el Control Bi-Horario., el cual se describe en el siguiente inciso.

TICKETS

Del sistema de tickets se deriva la información que el operario debe tener para pasarla a su hoja de Control Individual. En cada ticket se indica:

- Proceso (operación)
- Estilo
- Número de bulto
- Cantidad de prendas
- Tiempo correspondiente

Al finalizar el proceso deberá cortar de la Hoja de Tickets adjunta al bulto, el que corresponde a la operación efectuada y pegarlo en una hoja de papel engomado que se le dará diariamente y en la que previamente anotará la fecha, su nombre y número.

La utilidad de este sistema es la misma que la del control individual, pero con la ventaja de que se evitan anotaciones personales, sujetas a error.

La Fig. 9.4 muestra el formato típico de la Hoja de Tickets.

CONTROL EFECTIVO DE LOS OPERADORES

El análisis de operadores efectivos se emplea para mostrar la solidez de cada operación en función a los operadores asignados a esta. Cada operador es evaluado desde tres puntos de vista: (1) la actuación de la semana anterior, (2) una verificación de la capacidad actual, y (3) la mejor de sus actuaciones del día previo (con base en el control Bi-Horario).

La suma total de las actuaciones mostrará a los operadores efectivos. Estos resultados deben compararse con el número de operadores requeridos para determinar las necesidades de personal.

El análisis debe contener:

HOJA DE TICKETS											
Fecha			ORDEN NO.			ESTILO					
Cantidad			CORTE			COLOR					
1	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	1	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	2	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
2	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	3	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	4	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
3	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	5	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	6	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
4	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	7	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	8	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
5	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	9	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	10	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
6	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	11	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	12	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
7	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	13	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	14	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
8	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	15	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	16	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
9	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	17	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	18	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
10	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	19	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	20	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
11	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	21	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	22	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
12	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	23	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA	24	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA
13	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
14	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
15	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
16	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
17	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
18	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
19	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
20	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
21	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
22	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								
23	EST. CANT.	LOT. PREC.	TALLA								

Fig. 9.4 Hoja de Tickets

1. Listado de operaciones
2. Listado de operadores
3. Piezas estandar para 8 horas
4. Operadores requeridos (producción requerida dividida entre el estandar)
5. Número de máquinas disponibles
6. Capacidad de cada operadora
7. Actuación promedio (en porcentaje) de cada operador durante la semana pasada.
8. Unidades por día (promedio semanal de cada operador multiplicado por el estandar).
9. Un total de los porcentajes de actuación de la semana pasada
10. Total de piezas por día
11. Una varianza de la producción deseada

Una lista de los operadores suplentes debe de estar a la mano para indicar su capacidad en cada operación a la que pueden ser asignados.

La lista de suplentes se tiene por aparte para evitar que se dependa de los suplentes para programar la producción normal. Los suplentes deben de emplearse para balancear y compensar el ausentismo, sustitución temporal durante entrenamientos, y variaciones de los modelos.

La producción esperada de un nuevo aprendiz también se puede listar aquí.

Se debe tener un archivo cruzado de referencia de todas las operaciones para que este indique los diversos operadores que tienen experiencia efectuando estos trabajos, así como su rendimiento.

También se debe tener un archivo cruzado de referencia por operadores para cada uno de ellos, el cual indique en que trabajos este ha tenido experiencia si como su rendimiento en cada uno.

9.5 PROGRAMACION CONTROL BI-HORARIO DE PRODUCCION

En el inciso anterior se estableció la necesidad que tiene el supervisor de contar con la información inmediata sobre la marcha de la producción para poder tomar las medidas correctivas pertinentes sobre el proceso.

Dentro de las funciones definidas para el supervisor, está entre otras el control de la producción y el balanceo correctivo de la misma. Un error de apreciación o una distracción causada por la necesidad de atender alguna otra de sus varias funciones puede tener repercusión en la producción si no se cuenta con un medio de subsanarla. Así mismo, es necesario disponer de información que confirme la correcta supervisión del proceso, para lo que se utiliza el Control Bi-Horario.

El uso del Control Bi-Horario es indispensable para el correcto funcionamiento de los programas de producción en este tipo de industria, para poder observar con la debida frecuencia y anticipación la situación de la producción, compararla con la proyectada y tomar decisiones tendientes a corregir posibles anomalías ya que siempre existen condiciones extrañas que afectan el desarrollo normal de la producción. Entre éstas tenemos:

- Mala calidad de habilitaciones (hilos, adornos, etc.)
- Descomposturas mecánicas.
- Ausentismo, etc.

Forma de programación del Control Bi-Horario de producción.

Finalidad. Tiene por objeto el controlar la marcha del programa diario de producción registrado en la forma.

Cuatro veces al día durante la jornada de trabajo se anota la producción de cada operaria, la que debe ser igual o superior a la programada. Los períodos de tiempo entre cada toma de información deben ser iguales para facilitar la programación, así como para:

- Comparar la producción de los períodos de tiempo entre sí.
- Analizar la información.
- Tomar las medidas necesarias para resolver anomalías en el avance de ordenes.
- Evitar pérdidas de tiempo.

Utilización. La forma de programación y el Control Bi-Horario de producción, puede emplearse para:

- Programar el personal requerido para algún estilo determinado (una o varias operaciones distintas).
- Programar el trabajo de cada estación con uno o varios estilos, según se necesite para completar la carga diaria.

Se opta por la primera alternativa para facilitar el control del proceso de cada estilo.

Para efectuar la programación del Control Bi-Horario de producción se requiere la Hoja de Control Bi-Horario Programado la cual se muestra en la Fig. 9.5

Método de Programación. Anotado el número del estilo (columna 1) que se programará, se procederá a registrar las operaciones faltantes del proceso en el orden de secuencia (columna 2); a continuación, se selecciona y anota qué operarias realizan cada operación (columna 3) y la producción potencial y estandar correspondiente (columna 5).

CONTROL BI-HORARIO PROGRAMADO

SECCION _____
FECHA _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NO	EST.	OPERACION	OPERARIA	MULTOS DEL AL.	PP/P. S.T.D.	C.T.					TOTAL
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											

Fig. 9.5 Control Bi-Horario Programado

El control de bultos nos dará la información sobre el número de los bultos de que disponemos para cada estación. En la columna cuatro, se anotarán los números de los bultos programados.

La carga de trabajo se distribuye entre los bi-horarios de acuerdo a la cantidad disponible y al potencial de producción del operario. Si la carga no es suficiente para los cuatro bi-horarios, se programará otro estilo. Esto resulta lo más recomendable, pues se conservará al operario en la misma operación lo que permitirá mantener o tal vez incrementar su eficiencia.

La función del supervisor, es la de controlar cada bi-horario, checando si se cumplió con el programa. En caso de haber diferencias, analizarlas y tomar las medidas correctivas pertinentes.

Guía para Mejorar las Operaciones en Departamentos de Confección

Antes de entrar a el estudio de tiempos (el cual describiremos en el próximo inciso) y después de describir las herramientas, métodos y sistemas que se emplean en el control de producción, se debe de implementar el mejor método posible para realizar cada una de las operaciones que se efectuan en el área de aparato. A continuación listamos algunas de las más importantes preguntas que debe hacerce el ingeniero industrial o de planta para identificar problemas o mejoras alternativas y que a su vez las elimine o las implemente según sea el caso.

A. DISTRIBUCION EN PLANTA EN RELACION A OTRAS OPERACIONES

1. ¿Simplificaría la tarea si esta operación se efectuará antes o después en relación a otras?

2. ¿Acaso esta operación esta ubicada en el mejor lugar en relación a las que le preceden y le continuan?
3. ¿Es esta operación absolutamente necesaria? (considerese cambios en el diseño para eliminarla)
4. ¿Serfa menos laborioso combinar esta tarea con otra, o subdividirla en partes?
5. ¿Estan las piezas, herramientas y equipo situadas tan cerca como sea posible al lugar donde se necesitan?
6. ¿Se colocan los bultos y otras piezas del corte de la forma apropiada respecto al operador?
7. ¿Se sostienen o sujetan las partes de la manera más conveniente?
8. ¿Estarfa mejor la estación de trabajo de ser ampliada, reducida o modificada? ¿Se requieren mesas auxiliares en algunas estaciones de trabajo?
9. ¿Serfa más comodo para el operador el elevar o inclinar la máquina?

B. MANEJO DE LA PRENDA Y SUS PARTES

1. ¿Estan las partes listas para trabajarse una vez recogidas sin cambiar de mano?
2. ¿Se emplean ambas manos siempre que es posible?
3. ¿Se emplea una mano para depositar prendas o partes mientras la otra las recoge para trabajarlas?
4. ¿Se pueden alimentar las prendas automáticamente por medio de mecanismos?
5. ¿Se pueden acoplar tubos o toboganes entre estaciones de trabajo (en líneas de ensamble) o se prefiere manejar los bultos manualmente?
6. ¿Vale la pena hacer amarres especiales a los bultos? ¿Se pueden manipular los bultos sin que estos tengan que estar amarrados?
7. ¿Se esta manejando el tamaño de bulto más económico?

C. MAQUINARIA Y EQUIPO

1. ¿Serían mejores las máquinas de puntada de cadena que las de puntada de cerrojo?
2. ¿Asistiría un cortador automático de hilo al terminar la costura de una pieza?
3. ¿Son deseables guías, marcas o topes sobre la cubierta de la mesa de trabajo para señalar las distancias a coser?
4. ¿Serviría de algo hacer perforaciones, muescas o marcas en algunas partes del material?
5. ¿Están siendo cortadas correctamente las partes para facilitar el embornarlas al momento de coser?
6. ¿Se está trabajando la máquina a la mejor velocidad posible?
7. ¿Se está usando el mejor número de puntadas?
8. ¿Son las alturas de la máquina, sillas, pedales, etc., las apropiadas?

D. OPERACIONES DE COSTURA

1. ¿Empieza el operador a coser en el punto más aconsejable por comodidad, en donde tenga los menores reventones de hilo, etc?
2. ¿Puede el operador revisar otros trabajos mientras cose?
3. ¿Se están empleando controles para los pies, para liberar las manos, en donde es posible?
4. ¿Debe el operador de coser todas las piezas en forma continua para luego cortar los hilos y separarlas?
5. ¿Se pueden efectuar varias operaciones consecutivamente sin separar las piezas?
6. ¿Se pueden eliminar las operaciones de corte (separación) o reventones de hilo o las pueden efectuar operadores posteriores?
7. ¿Se están empleando las agujas y los hilos apropiados?

E. GENERALES

1. ¿Sería de utilidad dar pausas de descanso?
2. ¿Son la iluminación, calefacción y ventilación correctas?
3. ¿Se pueden efectuar las inspecciones durante otras operaciones? ¿Se debe reducir o aumentar número de inspecciones? ¿Se puede inspeccionar parte durante el proceso o todo al final? ¿Sería suficiente inspeccionar por muestras?
4. ¿Se están evitando las demoras por medio de un buen flujo del trabajo?
5. ¿Existen suficientes máquinas auxiliares?
6. ¿Se tienen suficientes operadores suplentes o comodines a disposición para compensar el ausentismo normal?
7. ¿Existe un programa de capacitación adecuado para implementar mejoras a los sistemas actuales?
8. ¿Hay alguna persona encargada de cuidar que se implementen las modificaciones a los métodos?
9. ¿Reduciría la fatiga y el tedio la instalación de un sistema de música para que trabaje durante horas de trabajo?

9.6 APLICACION DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

A pesar de que en un principio se tenía pensado elaborar el estudio de tiempos de las operaciones que efectúan en el área de armado de la empresa G & J lo anterior no fue posible por razones de política interna de la misma. Sin embargo nos fueron proporcionadas las hojas de cálculos de tiempos estandar de dos zapatos tenis, los cuales requieren para su elaboración de todas las operaciones principales que se realizan en el área de armado. En esta sección presentaremos un análisis al trabajo de toma de tiempos efectuado por el departamento de ingeniería de la empresa.

Descripción de la Toma de Tiempos Efectuado por la Empresa

Como se mencionó anteriormente se efectuaron tomas de tiempos a dos modelos de zapatos tenis: 501 y 502. El modelo 501 se refiere a un zapato tipo sandalia de la corrida 17-21, mientras que el modelo 502 se refiere a un zapato tenis tipo choclo de la corrida 22-25. Las figuras 9.6 y 9.7 muestran los modelos 501 y 502 respectivamente.

Los tiempos fueron tomados con un sistema de lecturas de tiempo mixto con cronómetro sexagesimal. Dicho sistema se originó al efectuar tomas de tiempo ininterrumpidas (lecturas continuas) a lotes de tamaño variables, mientras que para las diferentes operaciones que componen la fabricación de los modelos se regresó el cronómetro a cero (lecturas repetitivas) al empezar la toma de cada operación.

Por otra parte se efectuaron tomas de tiempo con un número diferente de ciclos para cada operación.

En las páginas a la se presentan las hojas de registro del estudio de tiempos elaborados por la empresa G & J, así como los detalles de los estándares para cada operación.

Análisis de la Toma de Tiempos

Aunque el método mixto de lecturas es poco común, dadas las características del producto (principalmente las dimensiones y por ende la velocidad de las operaciones) pensamos que es el apropiado para este tipo de industria. Al mismo tiempo, debido a la variación en la duración de las distintas operaciones, creemos que el número de ciclos a tomar de cada operación puede variar.

A pesar de esto las tomas efectuadas tienen dos errores fundamentales en lo que respecta al método. Por un lado el cronómetro sexagesimal y por otro el tamaño variable de los lotes.

El cronómetro sexagesimal no es ni siquiera considerado como cronómetro para estudios de tiempos por los expertos en la materia debido a las dificultades que presenta al momento de efectuar las sumas de tiempo de los procesos o de cada operación para obtener los tiempos promedio ya que se necesitan transformar las horas, minutos y segundos (h,m,s) a horas, minutos y segundos decimales para poder efectuar las operaciones (sumas, restas, divisiones y multiplicaciones) necesarias. Además, el cronómetro sexagesimal no tiene la precisión que requiere un estudio de tiempos. En el caso de la empresa G & J las variaciones en centecimas o inclusive en décimas de minuto no son muy significativas debido a los volúmenes de producción, sin embargo nosotros sugerimos que se emplee un cronómetro decimal de minuto o un cronómetro electrónico para efectuar apropiadamente las tomas de tiempo.

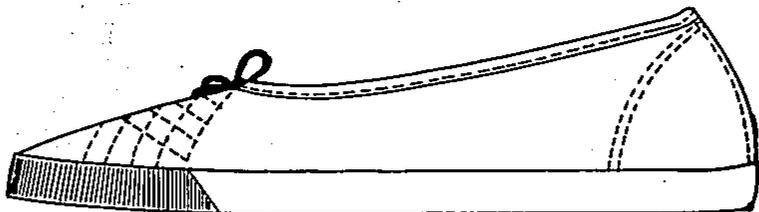
En cuanto al número de unidades o tamaño variable de los lotes podemos claramente observar que se presta para errores al calcular el tiempo promedio de cada operación. Por la breve duración de los trabajos, no deberá tener ningún inconveniente fijar el tamaño del lote en 10 unidades para uniformizar así los procedimientos tanto en el método de toma de tiempos como en los cálculos posteriores.

Lo anteriormente dicho fué referencia al procedimiento o método empleado en la toma de tiempos. A continuación analizaremos los criterios empleados para establecer los estándares y sugeriremos algunas modificaciones.

En las hojas que detallan el establecimiento de los estándares de tiempo para cada operación podemos observar que el tiempo medio por elemento

291

Fig. 9.6



MODELO 501

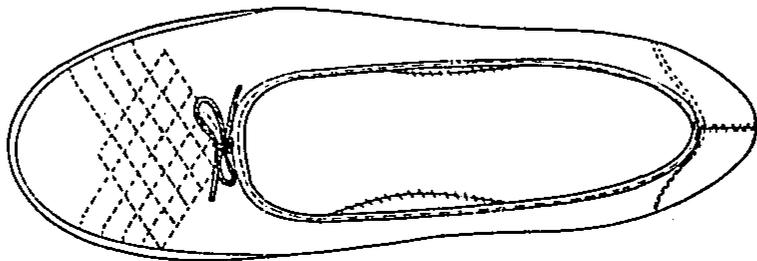
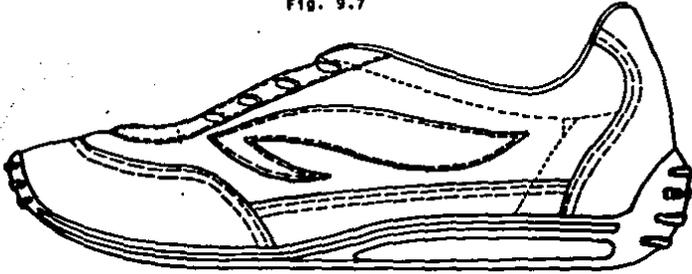
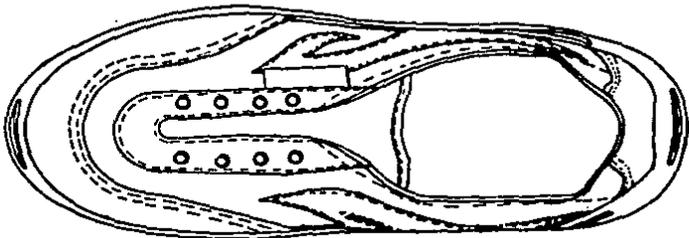


FIG. 9.7



MODELO 502



MODELO 600

SECCION: APARADO		Observador: G		N.º Oper.			
Operación		N.º		Estudio N.º			
Operario		N.º		Fecha: 7-11-68			
Frec. Notas	Elementos	Cerrado A	Subreactiva	Unidad	PAES	Unidad	PAES
	6. am.	8. am.	6. am.	Unidad	PAES	Unidad	PAES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
RESUMEN							
Tiempo tot.							
N.º Obs.							
Tiem. Med.							
Tiem. Min.							
Actividad							
Tiem. Est.							
Elementos extraños							

Descripción

1- Contado a 6 M.
 (11.11.1961)

VER MODELO EN

2- Contado sobre
 (1.1)

"

3- Ribetes sobre con
 Andén (1.2)
 Ribetes Contorno

"

4- Contado sobre
 Ribetes Contorno
 (1.5)

"

5- Contado sobre Pav.
 (1.11.1961)
 Escaleras

"

SECCION: <u>ALABRICO</u>		Observador <u>[Signature]</u>					N.º Oper. <u>107</u>
Operación							Estudio N.º
Operario		N.º					Fecha <u>21-11-84</u>
Elementos	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades		
	1 PER		6 GRAS		5 GRAS		
Frec.							
Notes							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
R E S U M E N							
tiempo tot.							
N.º Obs.							
tiem. Med.							
tiem. Min.							
Actividad							
tiem. Est.							
Elementos extraños							

6. ADORNO DEL
MODELO

DESCRIPCION
TOMA PBA O CORTA LO
PONE EN LA MAQUINA, EFEC-
TUA COSTURA Y LO DEPOSITA
EN EL LADO CONTRARIO

7. FALANETAR
(1, 12)

VER ANEXO 501

8. MARCHA CORDON

VER ANEXO 501

DETALLE DEL STANDARD

SECCION _____ BASE VAGUICER
 OPERACION Modelo 501 UNIDAD UN PER
 ANALISTA 1 FECHA _____
 OBSERVACIONES _____ PROPUESTA No. 5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC. / UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
...	0.964	100	1.17	1/1	0.1150	
...	0.683	105	1.11	1/20	0.0325	
...	2.00	100	1.11	1/1000	0.0022	
...	1.75	60	1.11	6/100	0.0630	
...	0.3272	100	1.15	1/120	0.0029	
...	37.50	100	1.11	1/6000	0.0069	
						0.2225
...	0.2319	80	1.19	1/1	0.2307	
...	0.683	105	1.11	1/20	0.0325	
...	2.00	100	1.11	1/1000	0.0022	
...	1.75	60	1.11	6/100	0.0630	
...	0.3272	100	1.15	1/120	0.0027	
...	37.50	100	1.11	1/6000	0.0074	
						0.3387
...	0.560	50.45	1.19	1/1	0.5743	
...	0.683	105	1.11	1/20	0.325	
...	2.00	100	1.11	1/1000	0.0022	
...	1.75	60	1.11	6/100	0.0630	
...	1.83	15	1.11	1/40	0.0452	
...	0.2272	100	1.15	1/20	0.0027	
...	37.50	100	1.11	1/6000	0.0074	0.7435

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

DETALLE DEL STANDAR

SECCION _____

BASE _____

OPERACION _____

UNIDAD _____

ANALISTA _____

FECHA _____

OBSERVACIONES _____

PROPUESTA No. 5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
BIQUETE CONTRA ACRIE	0.3597	99.7	1.19	1/1	0.4624	
REVENTAR NILO COSTURA	0.5582	105	1.11	1/20	0.0225	
CAMBIO DE CAJILLA CERRADA	2.00	100	1.11	1/100	0.0022	
MOVIL. PIZA	1.75	60	1.11	6/100	0.0630	
MOVIL. BOLLO DE BIQUETE	1.83	95	1.11	1/10	0.0482	
MOVIL. CAJASTA	0.3292	100	1.15	1/150	0.0029	
LUBRICACION DE MACHINA	37.5	100	1.11	1/600	0.0107	0.5816
CORTE 20CM X 20	0.0607	100	1.19	1/1	0.0722	
REVENTAR NILO COSTURA	0.5582	105	1.11	1/20	0.0225	
CAMBIO DE CARRETE	2.00	100	1.11	1/100	0.0022	
MOVIL. PIZA	1.75	60	1.11	6/100	0.0630	
MOVIL. CAJASTA	0.3292	100	1.15	1/150	0.0029	
LUBRICACION DE MACHINA	37.50	100	1.11	1/600	0.0107	0.1797
MOVIL. DEL MCDADO	0.7166	87	1.19	1/1	0.9489	
REVENTAR NILO COSTURA	0.5582	105	1.11	1/20	0.0225	
CAMBIO DE CARRETE	2.00	100	1.11	1/100	0.0022	
MOVIL. PIZA	1.75	60	1.11	6/100	0.0630	
MOVIL. CAJASTA	0.3292	100	1.15	1/150	0.0029	
LUBRICACION DE MACHINA	37.5	100	1.11	1/600	0.0107	1.0564
MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA		

MODELO 1-80? HOJA DE OBSERVACION

SECCION: SIAPAD		Observador: <i>[Signature]</i>										N° Ober.	
Operación												Estudio N°	
Operario		N°										Fecha 7-11-54	
Frec. Notas	Elementos	Unidad	4 Pies	Unidad	4 Pies	Unidad	4 Pies	Unidad	4 Pies	Unidad	4 Pies	Unidad	4 Pies
	1												
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
RESUMEN													
Tiempo Tot.													
N° Obs.	2	1				3	2						
Tiempo. Mdl.	278	1047			48	45							
Tiempo. Mnt.	226	1047			48	47							
Actividad													
Tiempo. Est.													
Elementos extraños													

OPERACIONES (1,8)

1. COSTURA DISTINTIVO

220

220

OPERACIONES: -
 Toma la chisla y la pone sobre la mesa al dist. de 1/2 la pieza sobre la uranda. Esto es distinto de el de uranda hace la misma operación en otro lado.

2. COSTURA LATERALES (1,9)

220

220

Toma chisla, la pone sobre la mesa; toma uranda lateral y la pone sobre chisla; realiza costura; toma uranda lateral por 2º vez, pone sobre chisla y realiza costura.

3. COSTURA PUNTAS (1,6)

220

220

Toma la chisla y la pone en la mesa; coloca punta sobre chisla, y realiza la costura.

4. COSTURA VISTA OJILLO (1,11)
(Cheraduras)220

220

Toma chisla y la pone sobre la mesa; toma el ojillo y lo coloca sobre chisla; y realiza costura.

5. Cierre 2 y 3

220

220

Se hizo con una máquina aparte de la actual (a la otra lado)

Toma chisla, la pone sobre la máquina, junta los 2 pedos la tual y efectúa operación de cierre.

MODELO 7 EQ2

HOJA DE OBSERVACION

SECCION: APARADOS		Observador		N° Oper.				
Operación		N°		Estudio N° 226				
Operario		N°		Fecha 7-V-53				
Elementos	Unitario	3 PARES	Unitario	2 PARES	Unitario	6 PARES	Unitario	3 PARES
Frec.								
Notes								
1	24		24					
2	24		24					
3	24		24					
4	24		24					
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
RESUMEN								
Tiempo tot.								
N° Obs.	24		24					
Tiempo Med.	1:24		1:24					
Tiempo. Min.	1:24		1:24					
Actividad								
Tiempo. Est.								
Elementos extraños								

OPERACIONES

Descripción

6- COSTURA TALONES (1,4)

Toma la chinita y coloca al talón sobre ésta, la pone sobre la máquina y efectúa la costura
 nota: tiempo tanto en máquina y tanto (una aguja) dividiendo el tiempo total en 2 partes.
 se efectúa 2 veces la operación

7- COSTURA CUELLO (1,2)

Toma chinita junto con cuello los une, los pone sobre la máquina y efectúa operación de costura

8- RIVETEAR CUELLO (1,11)

Se toma la chinita, se pone sobre la máquina, se realiza costura (nota: El cuello y el otro costado, real. en 2 operaciones)

9- RIVETEAR LENGUA (1,2)

Toma lengua, la pone sobre la máquina, realiza la costura. (Nota: esto se acomoda a la máquina y el tiempo de combido de esta es apreciable)

10- COSER ETIQUETA (1,9)

Toma langueta y la pone sobre la mesa; aguja, etiqueta y la pone sobre la langueta; realiza costura por medio

MODELO : 592

HOJA DE OBSERVACION

SECCION: APARADOS		Observador		N.º Oper.	
Operación				Estudio N.º 006	
Operario				Fecha 7-11-96	
Elementos		N.º			
Unidad SPARES		Unidad SPARES		Unidad SPARES	
Frec.					
Notas					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
RESUMEN					
Tiempo tot.					
N.º Obse.	9	4	7	10	
Tiem. Med.	1.49 ⁰	.80 ⁰	.25 ⁰	1.30 ⁰	
Tiem. Med.	1.20 ⁰	.47 ⁰	.25 ⁰	1.20 ⁰	
Actividad					
Tiem. Est.					
Elementos extraños					

OPERACIONES

11- COCER VENTUETA (1,8)

PS

DESCRIPCION

Toma la chireta, toma la chireta, la brasa la pone sobre la chireta, posteriormente sobre la máquina y efectúa operación.

12- QUILAR

Máquina que está todo opuesto de lo usual, lo

Toma chireta, la dobla, y la pone sobre la máquina realizándose operación de quilas.

13- ENJABETAR (1,12)

PS

1000

Toma la chireta al zapato la pone entre la máquina y efectúa la costura cortando al hilo al acabar de efectuar la operación.

14-

DETALLE DEL STANDAR

SECCION _____

BASE variable _____

OPERACION _____

UNIDAD 1 Pav _____

ANALISTA J _____

FECHA 4-VI-84 _____

OBSERVACIONES _____

PROPUESTA No. _____

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
Recurdo a estacion	0.00	50	1.17	1/1	0.00	
Recurdo a estacion	0.00	50	1.11	1/20	0.00	
Cambio de concreto	2.00	100	1.11	1/200	0.0044	
Mover pinta	1.75	50	1.11	1/100	0.0035	
Mover cascota	0.00	100	1.15	1/200	0.0000	
Lubricacion de equipo	3.15	100	1.11	1/1000	0.0037	
						3.0124
Costura laterales	0.017	100	1.17	1/1	0.017	
Recurdo a estacion	0.000	50	1.11	1/20	0.0000	
Cambio de concreto	2.00	100	1.11	1/200	0.0044	
Mover pinta	1.75	50	1.11	1/100	0.0035	
Mover cascota	0.00	100	1.15	1/200	0.0000	
Lubricacion de equipo	3.15	100	1.11	1/1000	0.0037	
						1.0278
Costura puertos	0.0416	10	1.17	1/1	0.0416	
Recurdo a estacion	0.000	50	1.11	1/20	0.0000	
Cambio de concreto	2.00	100	1.11	1/200	0.0044	
Mover pinta	1.75	50	1.11	1/100	0.0035	
Mover cascota	0.00	100	1.15	1/200	0.0000	
Lubricacion de equipo	3.15	100	1.11	1/1000	0.0037	
						1.0676

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

DETALLE DEL STANDAR

SECCION _____ BASE varr de
 OPERACION _____ UNIDAD f.c.c
 ANALISTA J FECHA 4-VI-84
 OBSERVACIONES _____ PROPUESTA No. 5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. E	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
① Costura uñe quillos	0.6327	96.8	1.19	1/1	0.7283	
Reparar hilo costura	0.5583	105	1.1	1/20	0.0255	
Cambio de carrete	2.00	100	1.1	1/500	0.0044	
Mover pieza	1.75	60	1.11	8/100	0.0157	
Mover carreta	0.3292	100	1.15	1/130	0.0027	
Lubricación de máquina	37.5	100	1.11	1/1500	0.0272	
						0.689
② Corte Big Zag	0.2050	100	1.19	1/1	0.2417	
Reparar hilo costura	0.5583	105	1.11	1/20	0.0255	
Cambio de carrete	2.00	100	1.11	1/500	0.0044	
Mover pieza	1.75	60	1.11	8/100	0.0152	
Mover carreta	0.3292	100	1.15	1/130	0.0029	
Lubricación de máquina	37.5	100	1.11	1/1500	0.0283	
						0.317
③ Costura Talones	0.4759	78.5	1.19	1/1	0.5578	
Reparar hilo costura	0.5583	105	1.11	1/20	0.0225	
Cambio de carrete	2.00	100	1.11	1/500	0.0044	
Mover pieza	1.75	60	1.11	8/100	0.0132	
Mover carreta	0.3292	100	1.15	1/130	0.0029	
Lubricación de máquina	37.5	100	1.11	1/1500	0.0257	
						0.315

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

DETALLE DEL STANDAR

SECCION _____
 OPERACION _____
 ANALISTA
 OBSERVACIONES _____

BASE 114.410
 UNIDAD 1 PAR
 FECHA 4-VI-84
 PROPUESTA No. 5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL
① Costura Cuello	0.7411	75	1.19	1/1	0.8417	
Revoltear hilo costura	0.5823	105	1.11	1/20	0.0325	
Cambiar canaste	2.00	100	1.11	1/500	0.0044	
Mover pie	1.75	60	1.11	8/100	0.0932	
Mover canasta	0.3292	100	1.15	1/130	0.0029	
Liberar el agua	27.5	100	1.11	1/1350	0.0237	
						0.9979
② Revolver cuello	1.7416	90	1.19	1/1	1.5443	
Revoltear hilo costura	0.5823	105	1.11	1/20	0.0325	
Cambiar canaste	2.00	100	1.11	1/500	0.0044	
Mover pie	1.75	60	1.11	8/100	0.0932	
Mover canasta	0.3292	100	1.15	1/130	0.0029	
Liberar el agua	27.5	100	1.11	1/1350	0.0232	
						1.7102
③ Revolver agua	0.1562	86	1.19	1/1	0.1599	
Revoltear hilo costura	0.5823	105	1.11	1/20	0.0325	
Cambiar canaste	2.00	100	1.11	1/500	0.0044	
Mover pie	1.75	60	1.11	8/100	0.0932	
Cambiar canasta	1.83	75	1.11	1/40	0.0452	
Mover canasta	0.3292	100	1.15	1/130	0.0029	
Liberar el agua	27.5	100	1.11	1/1300	0.0107	
						0.3615

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

DETALLE DEL STANDARD

SECCION _____

BASE _____

OPERACION _____

UNIDAD _____

ANALISTA _____

FECHA _____

OBSERVACIONES _____

PROPUESTA No. 5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
⑩ Cacer algalia	1.044	94	1.19	1/1	1.1683	
Reinstal. hilo costura	0.5883	105	1.11	1/20	0.0325	
Cambio de carrete	3.00	100	1.11	1/500	0.0044	
Mover pieza	1.75	60	1.11	8/100	0.0932	
Mover caravista	0.3292	100	1.15	1/130	0.0029	
Lubricación de maquinaria	37.5	100	1.11	1/900	0.0297	
						1.321
⑪ Cacer tejista	0.5194	98	1.19	1/1	0.6052	
Reinstal. hilo costura	0.5883	105	1.11	1/20	0.0325	
Cambio de carrete	3.00	100	1.11	1/500	0.0044	
Mover pieza	1.75	60	1.11	8/100	0.0932	
Mover caravista	0.3292	100	1.15	1/130	0.0029	
Lubricación de maquinaria	37.5	100	1.11	1/900	0.0297	
						2.7575
⑫ Ojillar	0.4616	100	1.11	1/1	0.0994	
Mover Caravista	0.3292	100	1.15	1/130	0.0029	
Lubricación de Maquina	37.5	100	1.11	1/900	0.0297	
						0.1292

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

(columna 2) representa la mitad, o en algunos casos hasta la tercera parte del tiempo estandar establecido. Lo anterior representa una situación anormal, ya que en la mayoría de los casos en la industria de la confección el tiempo medio se incrementa cuando mucho un 60% al establecer el tiempo estandar de alguna operación.

Después de estudiar las hojas anteriormente mencionadas pudimos notar que las causas de las variaciones se debían principalmente a un mal establecimiento tanto de los porcentajes de tolerancias, como de la frecuencia con las que se suceden las operaciones de paro inevitable de máquina. Por otra parte no existe un resumen de las tolerancias que se aplican para cada una de las operaciones y tampoco se menciona la hora a la cual se llevó a cabo el estudio, lo cual es importante, ya que el rendimiento de los operadores varía en el transcurso del día. Para visualizar de manera más clara lo anteriormente mencionado, tomemos por el ejemplo la hoja de tiempos y la hoja de detalle del estandar del modelo 501.(Figs. 9.8 y 9.9)

Suegerencias para un Nuevo Estudio de Tiempos

Tanto la toma de tiempos como el establecimiento de los estadarres deben de seguir una serie de reglas tal como lo señala la teoría. El método a usarse debe ser común para todas las operaciones y durante todas y cada una de las observaciones ya que así se evitarán errores tanto en el cálculo como en la formación de un criterio para efectuar las evaluaciones.

Una de las reglas más importantes a seguir durante este tipo de estudios es la selección de un analista que conoce con todo detalle los procesos y las operaciones que se efectuan en una área, departamento, o planta específica; esto se debe a que gran parte de los resultados obtenidos dependerán de el criterio de este analista. Para establecer los estandarres de producción del área de aparato de la empresa G & J de calzado deportivo el departamento de ingeniería industrial deberá de haber estudia

Fig. 9.8

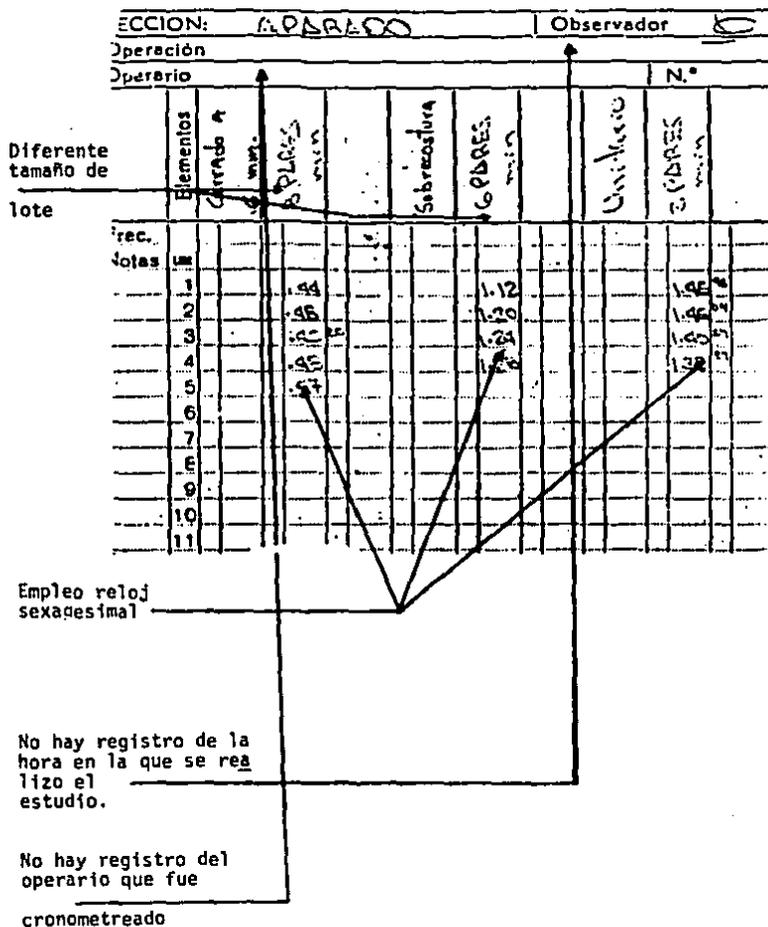
Detalle Hoja de Tiempo Modelo 501

Fig. 9.9

Detalle Hoja del Estándar Modelo 501

DETALLE DEL STÁNDAR

SECCION _____ BASE VARIABLE
 OPERACION: Modelo 501 UNIDAD UN PPR
 ANALISTA J FECHA _____
 OBSERVACIONES _____ PROPUESTA No. 5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC. / UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
CERRAR A G. M.M.	0.966	100	1.19	1/1	0.1150	
REPOSICIONAR CERRAJE	0.5783	105	1.11	1/80	0.0325	
REPOSICIONAR CERRAJE	2.00	80	1.11	1/100	0.0092	
REPOSICIONAR	1.75	60	1.11	6/100	0.0630	
REPOSICIONAR	0.8092	100	1.15	1/120	0.0089	
REPOSICIONAR	37.6	100	1.11	1/8000	0.0089	
						0.2225

No hay registro de las frecuencias de los paros de máquina.

El tiempo medio es 2.3 veces menor que el tiempo estándar

No hay descripción del criterio para evaluación del operador.

No hay registro de las tolerancias ni de la operación (personales) ni de los paros de máquina.

do en base a un estudio de movimientos los métodos alternativos para efectuar cada operación y de estos deberá de haber seleccionado e implantado el mejor (generalmente el que requiere de menos tiempo). A continuación deberá de haber visualizado todas las operaciones en conjunto para establecer los patrones de flujo tanto de materia prima como de producto en proceso además de seleccionar el equipo, sistema y método de manejo de materiales; proseguir con la instalación de la maquinaria según la distribución en planta generada por los patrones de flujo y por las relaciones que existen entre las diversas actividades.

Es ahora cuando la labor del analista empieza; él tendrá que seleccionar al operador que a su juicio considere "normal" para cronometrarlo. Además tendrá que calificar al operador según su ritmo de trabajo durante cada observación. A continuación deberá de considerar los porcentajes de tolerancia que debe dar a cada operario dependiendo de su tarea, estos porcentajes se obtienen en gran medida de tablas tales como la que se muestra en la tabla 9.1, sin embargo si observamos detalladamente esta tabla veremos que muchas de las tolerancias variables están sujetas a criterio y experiencia en este tipo de estudios.

El éxito del estudio de tiempos y del establecimiento de estándares dependerá cuando menos en un 50% del analista que los efectúe.

Una vez mencionado lo anterior proseguiremos con la descripción del método y los criterios a seguir que empleamos en nuestras propuestas de estudio de tiempos y establecimiento de estándares para los modelos 501 y 502 dentro del área de aparado de la empresa G & J.

Hoja de Registro de Tiempos

Nosotros utilizamos la misma hoja de registro de tiempos que empleo el analista de la empresa. Esto fue con el propósito de facilitar la comparación entre nuestro estudio y el de la empresa.

TABLA 9. 1

Márgenes o tolerancias (Oficina Internacional del Trabajo)

A. Tolerancias constantes:		
1. Tolerancia personal		2
2. Tolerancia básica por fatiga		4
B. Tolerancias variables:		
1. Tolerancia por estar de pie		2
2. Tolerancia por posición no normal:		
a) Ligeramente molesta		0
b) Molesta (cuerpo encorvado)		2
c) Muy molesta (acostado, extendido)		7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar):		
Peso levantado (Kilogramos y libras, respectivamente)		
2.5; 5		0
5; 10		1
7.5; 15		2
10; 20		3
12.5; 25		4
15; 30		5
17.5; 35		7
20; 40		9
22.5; 45		11
25; 50		13
30; 60		17
35; 70		22
4. Alumbrado deficiente:		
a) Ligeramente inferior a lo recomendado		0
b) Muy inferior		2
c) Sumamente inadecuado		5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)-variables		0-10
6. Atención estricta:		
a) Trabajo moderadamente fino		0
b) Trabajo fino o de gran cuidado		2
c) Trabajo muy fino o muy exacto		5
7. Nivel de ruido:		
a) Continuo		0
b) Intermitente-fuerte		2
c) Intermitente-muy fuerte		5
d) De alto volumen fuerte		5
8. Esfuerzo mental:		
a) Proceso moderadamente complicado		1
b) Proceso complicado o que requiere amplia atención		4
c) Muy complicado		8
9. Monotonía:		
a) Escasa		0
b) Moderada		1
c) Excesiva		4
10. Tedio:		
a) Algo tedioso		0
b) Tedioso		2
c) Muy tedioso		5

A pesar de esto, la hoja de registro de tiempos que se debe utilizar para este tipo de estudios en esta rama debe de contener la siguiente información:

1. Cliente, Planta y Código
2. Producto
3. Departamento y Modelo
4. Operación
5. Fecha
6. Número del estudio
7. Nombre del operador
8. Número del operador o posición (no indispensable)
9. Talla
10. Material
11. Puntadas por (pulgada, ojal, etc.)
12. Marca y tipo de la máquina
13. Galga y tipo de costura
14. Aditamentos
15. Tiempo máquina por unidad
16. Inicio y terminación del estudio
17. Estudio efectuado por
18. RPM de la máquina
19. Tamaño del lote
20. Tipo de hilo y agujas

El resto de la forma es básicamente la misma: como mencionamos anteriormente no nos fué posible efectuar el estudio de tiempos, por lo que tomamos los tiempos registrados en las hojas de la empresa y los transformamos a lecturas de cronómetro decimal (de 0.01 min.), simulando que empleamos este tipo de instrumento. En la práctica real se debe de utilizar un tablero para registro de tiempos el cual sostiene a 3 cronómetros y a la hoja de registro.

Los cronómetros deben de estar interconectados por una palanca la cual active a todos simultaneamente. Por su parte los cronómetros deben de estar sincronizados de tal manera que en un momento determinado uno este funcionando, otro se haya detenido indicando un tiempo determinado, y el tercero tenga sus manecillas en cero. Se debe de tratar de efectuar las lecturas en una forma ordenada corriendo siempre de izquierda a derecha.

También modificamos los valores de las lecturas en cuanto al número de unidades cronometradas, usando una base de diez pares para todas las operaciones. El número de observaciones no pudo ser modificado ya que no nos fué posible efectuar el estudio pero si sugerimos que se estudie la tabla 9.2 que a continuación presentamos para estimar el número de observaciones que requiere cada operación; esta tabla fué elaborada por la General Electric Co. en 1954 y es ampliamente empleada como referencia hasta la fecha.

TABLA 9.2

Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos recomendado
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00- 5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00-en adelante	3

Tabla de la General Eléctric Co. para calcular el número de ciclos en observaciones a tomar en base a la duración de la operación.

Ya que estuvimos restringidos al estudio de tiempos efectuado por el analista de la empresa, subdividimos las operaciones de costura de los mode-

los 501 y 502 en los mismos elementos que él. La teoría indica que cada operación proceso o tarea se debe de dividir en pequeños componentes llamados elementos. Los elementos deben de reunir las siguientes características:

- a) El final de una operación así como el principio de la próxima debe de estar identificado muy claramente y a este momento se le denomina punto terminal (breaking point).
- b) La suma de todos los elementos de una operación deben representar un ciclo completo.
- c) Deben de estar plenamente descritos en la hoja de registro de tiempos.
- d) Deben de ser seleccionados de tal manera que se distinga claramente entre el trabajo controlado manualmente y el trabajo controlado por la máquina.
- e) Deben de estar compuestos en su totalidad ya sea por trabajo constante o variable más nunca una mezcla.
- f) Deben de estar compuestos por contenido de trabajo a los cuales solo se les aplique un factor de tolerancia.
- g) No deben de ser ni demasiado cortos, para hacer el cronometraje difícil ni demasiado largos para permitir que el ritmo del operador varíe y que el analista se distraiga. Se sugiere un rango de duración de los elementos para este tipo de industria de 0.05 - 0.50 min.

Ademas, siempre que se efectue un estudio de tiempos se deben de revisar las piezas o unidades procesadas para que estas cumplan con los estandares de calidad establecidos. Esto garantizará que el estandar no este basado sobre un nivel insatisfactorio de calidad.

Por último es muy importante tener presente que las observaciones se deben de efectuar a diferentes horas de la jornada ya que el ritmo del operador puede variar significativamente al cabo de varias horas de trabajo y el tiempo registrado variará en forma inversamente proporcional a su ritmo.

Hoja de Detalle del Estandar

Esta hoja concentra todos los elementos que se consideran para establecer un estandar de producción; la hoja que nosotros utilizamos fué la misma que la empleada por el analista de la empresa. Como se puede observar, esta hoja esta dividida en dos secciones la primera para calcular el estandar y la segunda para calcular el salario del operador partiendo del precio de la operación y del mismo estandar.

ELEMENTO/OPERACION

En la columna 1 se registraron, por bloques, cada una de las operaciones con sus operaciones de paro inevitables. La principal diferencia que se puede notar entre nuestras hojas y las de la empresa es que la operación MOVER CANASTA ya no aparece puesto que estamos asumiendo que el control de producción va a ser modificado tal como lo propusimos y que la chica de bultos efectuará esta tarea.

TIEMPO MEDIO

El tiempo medio de cada operación de costura dentro del área de aparato es el mismo que se obtuvo en la hoja de registro de tiempos (columna 2). Los tiempos de las operaciones de paro se tomaron de las hojas de detalle del estandar preparadas por el analista de la empresa ya que no pudimos calcularlos. Estamos de acuerdo en los distintos elementos de paro de las máquinas que señala el analista de G & J sin embargo el tiempo que se ha establecido deberá de obtenerse de un estudio de tiempos similar al que hemos descrito previamente.

CALIFICACION DEL OPERADOR

Las calificaciones que nosotros otorgamos a cada uno de los operadores no es real; simplemente es para ejemplificar el criterio de calificación denominado evaluación de la actuación el cual, como se indica en el capítulo V, consiste en evaluar un solo factor y que en este caso es la velocidad del operador. El factor de calificación se expresa como un porcentaje en el que la actuación normal corresponde al 100%. La fórmula para calcular el tiempo normal es la siguiente:

$$\text{TIEMPO NORMAL} = \frac{\text{TIEMPO MEDIO} \times \text{CALIF. EN PORCENTAJE}}{100}$$

Si observamos las hojas de detalle del estandar elaboradas por la empresa veremos que hay calificaciones poco realistas ya que marca calificaciones como 95.8% (costura laterales Mod. 502), o 96.8% (costura vista ojillos Mod. 502), etc. También podemos observar en las hojas de detalle del estandar del analista de la empresa que todas las operaciones de paro inevitable tienen la misma calificación cosa que no es posible ya que cada operador tiene que efectuarlas exceptuando la lubricación de máquina que le corresponde al personal de mantenimiento de maquinaria.

TOLERANCIAS

Las tolerancias que consideramos apropiadas para el departamento de aparato son las que listamos a continuación. Las tolerancias que se estiman para las operaciones inevitables de paro se obtuvieron del Manual del Ingeniero Residente de la Industria Textil así como de opiniones de conocedores en la materia (principalmente nuestro asesor de tesis).

Resumen de Tolerancias

A.	Constantes	%
	Tolerancia personal	5
	Tolerancia básica por fatiga	4
B.	Variables	
	Alumbrado deficiente	2
	Monotonía	1
	Tedío	2
	Sub Total	<u>14</u>

Estos valores fueron extraídos de la Tabla de Margenes de Tolerancias establecidos por la Oficina Internacional del Trabajo. (Tabla 9.1)

Considerando que el promedio de edad del personal del área de aparato es aproximadamente de 40 años nosotros consideramos otorgar 1% más de tolerancia a las operadoras.

Total Tolerancias 15%

La empresa Kurt Salmon y Asociados (consultores especialistas en el ramo de la confección) sugieren en algunos casos otorgar una tolerancia que varía entre 7.5% - 12.5% como incentivo. Dado que nosotros estamos su-giriendo un sistema de salarios e incentivos por aparte no tomamos en cuenta este tipo de tolerancia.

FRECUENCIA POR UNIDAD

La frecuencia por unidad (columna 5) como su nombre lo indica es el número de veces que se efectúa una operación por cada unidad procesada. Para las operaciones de costura la frecuencia será 1/1 mientras que para las operaciones de paro inevitable las frecuencias variarán.

Las frecuencias que había estimado el analista de la empresa son demasia-do altas, por ejemplo la frecuencia de "reventon hilo costura" la había

estimado en 1/20; en la industria de la confección de camisas esta frecuencia esta calculada en 1/60 y si pensamos que el hilo de costura para calzado es casi tres veces más grueso y más resistente que el usado en camisas la frecuencia de los reventones deberfa ser substancialmente menor a este número. Nosotros estimamos conservadoramente esta cifra en 1/50 puesto que los materiales a coser en la industria del calzado son un poco más gruesos que los de las camisas.

Asímismo modificamos la frecuencia de cambio de carrete de hilo ya que las operaciones de costura de calzado son relativamente cortas (5 metros de hilo promedio por operación) y los carretes con los que se alimentan las máquinas de coser son de 7,500 metros. En las operaciones de costura más largas (e.g costura de ribete de contorno) la frecuencia aumenta a 1/1000.

El resto de las operaciones fué calculado sobre los mismos criterios.

TIEMPO ESTANDAR POR UNIDAD

El tiempo estandar por unidad es el que se obtiene de multiplicar el tiempo medio de cada operación por la calificación y por el factor de tolerancia y por la frecuencia por unidad y todo esto dividido entre cien debido al porcentaje en la calificación del operador- en forma algebraica esto se expresa de la siguiente manera:

$$\text{TIEMPO ESTANDAR POR UNIDAD} = \frac{\text{T.M X TOLER X FREC/UNID.}}{100}$$

TIEMPO ESTANDAR TOTAL PERMITIDO

Este tiempo es el que se obtiene de sumar todos los tiempos estandar de cada elemento u operación. En base a este tiempo se calculará el salario de cada operario por operación.

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPOS

SECCION: <u>ACERADO</u>		Observador <u>LENI FREIMAN K.</u>										N.º Oper.	
Operación <u>COSTURA DEL MODELO 501</u>												Estudio: <u>1</u>	
Operario		N.º										Fecha <u>20/6/68</u>	
Elementos	CLAVAR A 6.0 mm	3000- COSTURA	PRETERA CONTE CON CORDON	RIASERA CONTE ASIE		COSTURA DE CH Y FRA		AVANZO DEL MODELO		ZANJARETAL		ARGAR CORDON	
Frec.													
Notes													
1		2 00	5 03	3 22		48	7 50	3 44				2 00	
2	91	2 50	5 03	3 44		42	7 17	4 00				2 00	
3	1 00	2 33	5 41	3 27		50	7 32	7 14				1 37	
4	1 00	2 44	5 44	3 53		63	7 17	7 20				2 03	
5	75					25	7 03						
6						61	6 27						
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
RESUMEN													
Tempo tot	4 25	2 17	2 51	1 27		2 26	5 07	1 20				2 00	
N.º Obs	5	1	4	1		6	6	4				4	
Temp. Med.	76.2	68.2	67.7	67.5		61	64.5	64.5				60.0	
Temp. Min.	31	27	28	27		28	27	27				27	
Actividad													
Temp. Est.													
Elementos extraños <u>Observaciones</u> Se aplicaron para todas las operaciones hasta													
- 10 - pues <u>comenzaron</u> accion de <u>hizato</u> (de <u>Dist. H. H.</u>)													

Operaciones	Descripcion
1-Cerrado a 6 mm	Ver Modelo 450
2-Sobre costura	"
3-Ribetear corte con Cordon	"
4-Contra Horte	"
5-Cortado 20 cm x Pza	"
6-Adorno del Modelo	Toma pza. o corte lo pone en la maquina efectua costura y lo deposita en el lado contrario
7-Enjaretar	Ver Modelo 450
8-Marcas Cordon	"

DETALLE DEL STANDAR

SECCION APARATOBASE DIE + PARESOPERACION COSTURA AHD. JDIUNIDAD UN PABANALISTA LEON FERRERFECHA CARRO 20 1955

OBSERVACIONES

PROPUESTA No. 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
CAMBIO A 6 mm	0.096	80	1.15	1/1	0.098	
SEÑALADO COSTURA	0.158	100	1.05	1/50	0.011	
CAMBIO DE ANILLO CARBOTE	2.00	100	1.05	1/1000	0.001	
MOVES PIAA	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
INDICACION DE HERRAM	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
				1		0.176
OPERECOSTURA	0.200	90	1.15	1/1	0.207	
SEÑALADO HILLO COSTURA	0.158	100	1.05	1/50	0.011	
CAMBIO DE ANILLO CARBOTE	2.00	110	1.05	1/1000	0.005	
MOVES PIAA	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
INDICACION DE HERRAM	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						0.296
BIBOTE CALIFORNIA	0.361	110	1.15	1/1	0.310	
SEÑALADO HILLO COSTURA	0.158	100	1.05	1/50	0.011	
CAMBIO DE ANILLO CARBOTE	2.00	100	1.05	1/1000	0.002	
MOVES PIAA	1.75	70	1.03	4/100	0.066	
CAMBIO DE HILLO DE BIBOTE	1.93	80	1.05	1/40	0.038	
INDICACION DE HERRAM	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						0.830

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

DETALLE DEL STANDAR

SECCION AFRANCOBASE DISEÑO PARA SEOPERACION ENTRADA MOD. 101UNIDAD W NRANALISTA JUAN FERRERANFECHA ENERO 20 1955

OBSERVACIONES _____

PROPUESTA No. 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
PIRANTE CONTRA BORTA	0.327	75	1.15	1/1	0.278	
RENTONAL HILLO COSTERA	0.558	100	1.05	1/50	0.011	
CAMBIO DE CARRERA CARRATE	2.00	100	1.05	1/1500	0.001	
MOVIER PATA	1.75	100	1.05	4/100	0.059	
CAMBIO PATA DE PIRANTE	1.83	110	1.05	1/60	0.035	
LUBRICACION DE MAQUINA	37.5	75	1.10	1/10000	0.002	
						0.387
CARRA 2a Cm x PA	0.058	100	1.5	1/1	0.044	
RENTONAL HILLO COSTERA	0.558	100	1.05	1/50	0.009	
CAMBIO DE CARRATE	2.00	90	1.05	1/1500	0.001	
MOVIER PATA	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
LUBRICACION DE MAQUINA	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						0.130
ARRANCO DEL HERRIDO	0.817	70	1.15	1/1	0.658	
RENTONAL HILLO COSTERA	0.558	90	1.05	1/50	0.011	
CAMBIO DE CARRATE	2.00	100	1.05	1/1500	0.001	
MOVIER PATA	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
LUBRICACION DE MAQUINA	37.5	75	1.10	1/10000	0.002	
						0.746

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPOS

SECCIÓN: <u>Apacado</u>		Observador <u>Autonio Utrilla</u>		N.º Oper.								
Operación <u>Costura</u>		Modelo <u>502</u>		Estudio N.º /								
Operario		N.º		Fecha <u>20/1/53</u>								
Elemental												
Costura Castañera	Costura Lakenes	Costura Punt45	Costura Vnñ ajillas	Costura Crem. 25/25	Costura Talmes	Costura Luello	Reactor Cuello	Reactor Lengua	Coser Etiqna	Coser Lengüch	Quilar	Enjardar
Frec.												
Notes												
1	21	09	18	28	33	30	4	67	10	56	5	7
2	22	24	17	16	21	7	78	7	27	4	1	22
3		6	63	7	20	6	78	10	83	5	1	5
4				100	21	17	4	1				
5				6	25	16	78	10	83	5	1	5
6				6	25	16	78	10	83	5	1	5
7				6	25	16	78	10	83	5	1	5
8				6	25	16	78	10	83	5	1	5
9				6	25	16	78	10	83	5	1	5
10				6	25	16	78	10	83	5	1	5
11				6	25	16	78	10	83	5	1	5
12				6	25	16	78	10	83	5	1	5
13				6	25	16	78	10	83	5	1	5
14				6	25	16	78	10	83	5	1	5
15				6	25	16	78	10	83	5	1	5
16				6	25	16	78	10	83	5	1	5
17				6	25	16	78	10	83	5	1	5
18				6	25	16	78	10	83	5	1	5
19				6	25	16	78	10	83	5	1	5
20				6	25	16	78	10	83	5	1	5
21				6	25	16	78	10	83	5	1	5
22				6	25	16	78	10	83	5	1	5
23				6	25	16	78	10	83	5	1	5
24				6	25	16	78	10	83	5	1	5
25				6	25	16	78	10	83	5	1	5
RESUMEN												
Tiempo tot.	37.57	24.85	24.85	20.1	20.7	14.24	2.02	1.52	3.08	2.27	6.48	14.16
N.º Obs.	2	3	3	4	4	3	2	4	3	4	4	3
Tiem. Med.	18.78	8.29	8.28	5.02	5.17	4.78	1.01	0.38	1.52	0.57	1.62	4.72
Tiem. Mnt.	18.78	8.28	8.28	5.02	5.17	4.78	1.01	0.38	1.52	0.57	1.62	4.72
Actividad												
Tiem Est.												
Elementos extraños <u>1.000 de 10 pines</u> <u>de utilización</u> <u>de 112 cones</u> <u>de 25 operaciones</u>												
111. de <u>de 10 pines</u> <u>de utilización</u> <u>de 112 cones</u> <u>de 25 operaciones</u>												

Operaciones (1.8)

- | | |
|-------------------------|---|
| 1- Costura Distintivo | Toma la chinela y la pone sobre la mesa, toma el distintivo, lo pone sobre la marca de la chinela. Cose el distintivo de un lado, hace la misma operacion del otro lado |
| 2-Costura Laterales | Toma chinela la pone sobre la mesa toma refuerzo lateral y lo pone sobre chinelas, realiza costura, toma refuerzo lateral por 2a vez, pone sobre la chinela y realiza costura |
| 3-Costura Puntas | Toma la chinela y la pone sobre la mesa, coloca punta sobre chinela y realiza costura |
| 4-Costura Vista Ojillos | Toma chinela y la pone sobre la mesa toma el ojillo y lo coloca sobre chinela y realiza costura |
| 5-Cierre Zig - Zag | Toma chinela, la pone sobre la maquina, junta las 2 partes laterales y efectua operacin de coser |
| 6-Costura Talones | Toma la chinela y coloca el talon sobre esta, la pone sobre la maquina y efectua la costura |
| 7-Costura Cuello | Toma chinela junto con cuello los pone sobre la maquina y efectua operacion de costura |
| 8-Revoltear Cuello | Se toma la chinela se pone sobre la maquina, se realiza costura. |
| 9-Rivetear Lengua | Toma lengua la pone sobre la maquina realiza la costura |
| 10-Coser Etiqueta | Toma lengüeta y la pone sobre la mesa toma etiqueta y la pone sobre la lengüeta, realiza costura. |
| 11-Coser Lengüeta | Toma lengüeta, itoma la chinela. La lengüeta la pone sobre la chinela posteriormente sobre la maquina y efectua operacion |
| 12-Ojillar | Toma chinela la dobla y la pone entre la maquina realizandose la operacion de ojillar |
| 13-Enjaretar | Toma la chinela del zapato lo pone entre la maquina y efectua la costura cortando el hilo al acabar de efectuar la operacion |

DETALLE DEL STANDAR

SECCION AparadoBASE vez ParesOPERACION Cosura Mod 502UNIDAD un parANALISTA Antonio VillalónFECHA Enero 20 1985

OBSERVACIONES _____

PROPUESTA No. 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC. / UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
① Cosura distributa	3.42	80	1.15	1/1	2.272	
Preparación hilo cosura	0.552	90	1.05	1/50	0.011	
Cambio de carrete	2.00	100	1.05	1/1000	0.001	
Mover púa	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
Liberación de máquina	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						2.360
② Cosura laterales	0.899	90	1.15	1/1	0.930	
Preparación hilo cosura	0.552	90	1.05	1/50	0.012	
Cambio de carrete	2.00	100	1.05	1/1000	0.001	
Mover púa	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
Liberación de máquina	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						1.019
③ Cosura puntas	0.823	90	1.15	1/1	0.955	
Preparación hilo cosura	0.552	90	1.05	1/50	0.011	
Cambio de carrete	2.00	100	1.05	1/1000	0.001	
Mover púa	1.75	80	1.05	4/100	0.058	
Liberación de máquina	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						0.923

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

DETALLE DEL STANDAR

SECCION AparadoBASE Dier paresOPERACION Caduta Mod. 502UNIDAD un parANALISTA Antonio VillalónFECHA Enero 20 1985

OBSERVACIONES _____

PROPUESTA No. 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
④ Caduta vista a pilla	0.632	70	1.15	1/1	0.654	
Revoloteo hilo costura	0.438	70	1.25	1/50	0.011	
Cambio de carrete	2.00	80	1.05	1/1000	0.001	
Mover pita	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
Lubricación de agujas	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						0.742
⑤ Cierre Zig-Zag	0.202	100	1.15	1/1	0.232	
Revoloteo hilo costura	0.558	80	1.05	1/50	0.011	
Cambio de carrete	2.00	100	1.05	1/1000	0.001	
Mover pita	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
Lubricación de agujas	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						0.350
⑥ Caduta Talones	0.478	110	1.15	1/1	0.605	
Revoloteo hilo costura	0.538	100	1.05	1/50	0.012	
Cambio de carrete	2.00	90	1.05	1/1000	0.001	
Mover pita	1.75	80	1.05	4/100	0.052	
Lubricación de agujas	37.5	75	1.10	1/10000	0.003	
						0.679

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

DETALLE DEL STANDAR

SECCION AparadoBASE Diez ParesOPERACION Cortar Med. 5ozUNIDAD un parANALISTA Antonio VillalónFECHA Enero 20 1985

OBSERVACIONES _____

PROPUESTA No. 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC. / UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
③ Cortar cello	0.741	110	1.15	1/1	0.937	
Ejercicios hilo celtura	0.558	100	1.05	1/50	0.012	
Cambio de cassette	2.00	100	1.05	1/100	0.001	
Mover pieza	1.75	80	1.05	4/100	0.058	
Lubricación de maquinaria	37.5	75	1.10	1/1000	0.003	
						1.011
④ Bunkar cello	1.471	90	1.15	1/1	1.471	
Ejercicios hilo celtura	0.558	100	1.05	1/50	0.012	
Cambio de cassette	2.00	80	1.05	1/100	0.001	
Mover pieza	1.75	100	1.05	4/100	0.073	
Lubricación de maquinaria	37.5	75	1.10	1/1000	0.003	
						1.580
⑤ Bunkar lengua	0.156	100	1.15	1/1	0.179	
Ejercicios hilo celtura	0.558	90	1.05	1/50	0.011	
Cambio de cassette	2.00	110	1.05	1/100	0.002	
Mover pieza	1.75	90	1.05	4/100	0.066	
Cambio cello y celt	1.83	80	1.05	1/1	0.028	
Lubricación de maquinaria	37.5	75	1.10	1/1000	0.003	
						0.299

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

DETALLE DEL STANDARD

SECCIÓN AparadoBASE Diez paresOPERACION Costura Mod 502UNIDAD un parANALISTA Antonio VillalónFECHA Enero 20 1985

OBSERVACIONES

PROPUESTA No. 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
ELEMENTO/OPERACION	TIEMPO MEDIO	CALIF. %	TOLER. FACTOR	FREC./ UNIDAD	TIEMPO STD POR UNIDAD	TIEMPO STD TOTAL PERMITIDO
⑩ Coser etiqueta	1.043	100	1.15	1/1	1.198	
Resentir hilo costura	0.503	90	1.05	1/50	0.011	
Cambio de cavete	2.00	80	1.05	1/1500	0.001	
Mover piña	1.75	90	1.05	4/100	0.066	
Lubricación de máquina	37.5	75	1.10	1/1000	0.003	
						1.279
⑪ Coser botijeta	0.519	70	1.15	1/1	0.418	
Resentir hilo costura	0.558	70	1.05	1/50	0.011	
Cambio de cavete	2.00	70	1.05	1/1500	0.001	
Mover piña	1.75	80	1.05	4/100	0.058	
Lubricación de máquina	37.5	75	1.10	1/1000	0.003	
						0.491
⑫ Ojillar	0.167	100	1.15	1/1	0.186	
Lubricación de máquina	37.5	75	1.10	1/1000	0.003	
						0.189
⑬ Españolar	0.473	100	1.15	1/1	0.543	
Resentir hilo costura	0.558	80	1.05	1/50	0.007	
Cambio de cavete	2.00	110	1.05	1/1000	0.002	
Mover piña	1.75	90	1.05	4/100	0.066	
Lubricación de máquina	37.5	75	1.10	1/1000	0.003	
						0.623

Tiempo Total por par

11.515

MINUTOS STD PARA 100 UNIDADES	HORAS STD PARA 100 UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	UNIDADES POR HORA	SALARIO POR DIA

Para concluir este inciso cabe mencionar que siempre que se quiera efectuar un estudio de tiempos se tiene que notificar al personal de las intenciones de la dirección y de los procedimientos de todo el estudio para evitar conflictos. Además, el analista que realice la toma de tiempos tiene que estar siempre a la vista de los operadores, esto es muy importante ya que se ha demostrado que el operador realiza menos errores y trabaja realmente a su ritmo normal bajo estas condiciones.

Así mismo cuando se desee establecer un estándar se debe consultar y negociar con el sindicato para que este sea aceptado y reconocido.

Los tiempos estándar totales permitidos para cada operación que nosotros obtuvimos muestran una mejoría significativa comparados con los estándares previamente establecidos por la empresa. Sin embargo de habernos sido posible efectuar físicamente todo el estudio tanto de las operaciones de costura como de las de paro inevitable creemos que los ahorros podrían haber sido mayores.

Estos ahorros significarían mayores utilidades para la empresa ya que se podría alcanzar una producción real mayor a la previamente establecida así como para controlar de manera más eficiente los costos de mano de obra dentro del departamento de aparato.

9.7 SISTEMA DE SALARIOS E INCENTIVOS

Actualmente gran número de empresas del ramo de la confección han implementado los métodos de control de producción antes mencionados (e.g Control de Bultos, Control Individual y Control de Producción, Control Bi-Horario de producción) como base para la implantación de un sistema de pago de salarios de destajo.

Dicho plan consiste en asignar un valor en dinero al minuto de cada una de las operaciones, en donde diferentes operaciones tendrán diferentes valores en dinero no solo por su duración sino también por el grado de dificultad de cada una.

Los tiempos estandares totales permitidos, que se obtuvieron en el estudio de tiempos y que pueden ser observados en las hojas de detalle del estandar multiplicados por el precio del minuto asignado a cada operación arrojará la ganancia obtenida por el operador por unidad producida.

Es de primordial importancia mencionar que dado que no nos fué posible realizar el estudio de tiempos físicamente nosotros no estamos en la capacidad de determinar el valor en dinero de cada minuto de todas las operaciones que se efectuan en el área de aparato. Sin embargo se podría calcular el precio por unidad fabricada partiendo de los siguientes datos:

Salario mínimo profesional por costurera en el D.F. (S.M.P.C. D.F.)

Número de unidades a producir por semana partiendo del estandar (# unid. semana base estandar)

Lo anterior quedaría expresado algebraicamente de la siguiente manera:

$$\text{Precio por unidad} = \frac{\text{S.M.P.C. D.F.}}{\# \text{ unid. semana base estandar}}$$

Tomemos por ejemplo la operación cerrado a 6 MM del modelo 501.

Salario Mínimo Costurera D.F. (semana) \$8,268.00

Número de unidades a la semana en base estandar = $\frac{2400 \text{ min. (8 hrs., 5 días)}}{0.176 \frac{\text{min.}}{\text{pieza}} \text{ (tiempo estandar)}}$

Número de unidades a la semana en base estandar 13,636 piezas

$$\text{Precio por unidad} = \frac{8268}{13636} = \$0.61$$

Siempre que se quiera implantar un sistema de pagos de destajo se tiene que negociar con el sindicato de la planta puesto que casi nunca el precio inicial que asigna la dirección a una tarea o trabajo será el precio pactado. Estas negociaciones se deben llevar con extrema precaución ya que las diferencias en precios pueden significar grandes pérdidas para la empresa en varios sentidos. Si los operadores sienten que los precios son demasiado bajos y a su vez los estándares demasiado altos la moral de la fuerza de trabajo se verá fuertemente afectada en sentido negativo y la producción no será la deseada. En el caso contrario si el precio de un artículo es relativamente alto y los estándares a su vez bajos, los costos de mano de obra serán demasiado altos y la empresa resentirá esto en sus utilidades.

Tanto el precio por unidad como el tiempo estandar permitido deberán ser "justos" para que este sistema funcione con éxito.

Dadas las leyes laborales de México, todo tipo de sistemas de salarios debe garantizar al trabajador el sueldo mínimo vigente. Esta condición obliga al método de pagos por destajo a ser un poco limitado pero a pesar de esto, los destajos pueden funcionar eficientemente si son combinados con incentivos atractivos para el trabajador.

El sistema de salarios e incentivos que nosotros sugerimos a G & J es el siguiente:

1. Se garantiza el salario mínimo a todos los operadores.
2. Con base en los tiempos estandar permitidos se calcula el número de unidades o volumen de producción semanal para cada trabajo.

3. Se divide el salario mínimo de costurera o por especialidad entre el número de unidades a producir por semana de cada trabajo.
4. Se fija como precio del trabajo de cada unidad al resultado obtenido en el punto 3.
5. Cuando un operador llegue al mínimo semanal del estándar de piezas a producir se le dará un incentivo del 10% sobre el salario mínimo.
6. Cada unidad producida por arriba del número de unidades a producir por semana pero por abajo del 110% de este número será pagada al precio que señala el punto 3.
7. Cuando el operador rebase el número de unidades o volumen de producción de una semana en 10% se le dará otro 10% de incentivo sobre el salario alcanzado.
8. Cada unidad producida por arriba del 110% del mínimo será pagada al precio que señala el punto 3.

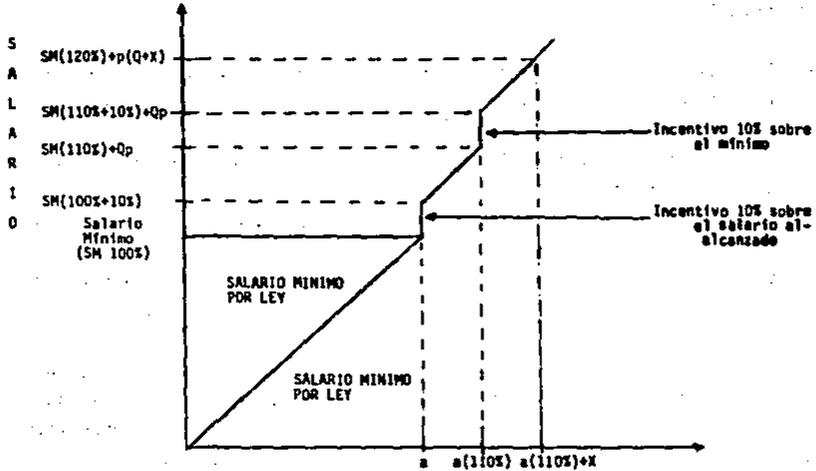
La idea de establecer un estándar semanal es el de tratar de disminuir al máximo ausentismos y variaciones muy grandes entre producciones diarias.

La Fig. 9.10 muestra gráficamente el comportamiento de este sistema de pagos.

Este sistema de pago de salarios es actualmente empleado en gran número de empresas dentro del ramo dada su facilidad para implementar además de sus diversas ventajas:

- A. Los operadores se esmeran más en su producción (aumento en el ritmo de trabajo).
- B. La dirección está dispuesta a pagar un bono o incentivo para que se alcance el mínimo con tal de que se pueda programar con mayor precisión la producción lo que se traduce en un mejor nivel de servicio y menor inversión en inventarios.
- C. Los operadores pueden calcular su salario con facilidad.
- D. El volumen de producción crece relativamente rápido después de instalado el sistema.

Fig. 9. 10
Sistema de Salarios e Incentivos Propuesto
para la Empresa G & J



PRODUCCION

- a = Volumen de producción en base al estándar por semana.
- Q = Producción menor que "a" pero menor que "a(110%)"
- X = Producción mayor que a (110%)
- p = Precios por unidad

- E. Hay un mayor control sobre los costos de mano de obra directa de cada producto.
- F. Las fallas de calidad de una pieza o producto son rápidamente asignables al operador que realizó la tarea específica.

Las principales desventajas del sistema pueden ser:

- A. Poca calidad en los trabajos debido a la velocidad que se desea desarrollar para efectuar un número mayor de ciclos al principio de la implantación del sistema de incentivos.
- B. Una baja en la moral de los operadores más lentos lo que los lleva aún a volúmenes de producción más bajos.
- C. Mayor trabajo para cuantificar la nómina dentro de las áreas administrativas y contables.
- D. Supervisión más estricta o sea mayores gastos por supervisión en la sección de aparato al principio de la instalación del sistema.

Nuestro propósito, al listar las desventajas del sistema propuesto, es el de alertar a la dirección de la empresa para que en la medida en que se vayan presentando los problemas tomen los cursos de acción correctivos apropiados, evitando así el perder el control de la situación.

9.8 CONTROL DE CALIDAD

Uno de los elementos básicos en la manufactura de prendas de vestir es la calidad. Sería imposible pensar en incrementar la producción de una fábrica sin considerar los requerimientos de calidad del producto.

Si contamos con una eficiente inspección de calidad del producto, evitaremos problemas con los clientes y la degradación de la imagen de la empresa al no sacar prendas defectuosas al mercado.

Es imprescindible por lo tanto una buena inspección de calidad final, pero si bien ésta eliminará la posibilidad de vender prendas defectuosas no solucionará el problema de la existencia de defectos cuya corrección representa un costo adicional por lo que la inspección de calidad en el proceso se demuestra necesaria para reducir a un mínimo las composturas sobre prendas terminadas y su incidencia en las entregas y costos.

Los tipos de inspección de calidad que se consideran necesarios, son los siguientes:

- En proceso
- En la prenda

Normas de Calidad

Toda fábrica, cualquiera que sea el producto o el sector del mercado al que va dirigida la producción, requiere calidad en el producto.

¿Cómo definimos la calidad requerida en la fabricación de calzado deportivo?

Si nuestras exigencias no están claramente determinadas, corremos el riesgo de aceptar o rechazar en forma arbitraria la prenda o las operaciones; las consecuencias de decisiones incorrectas son aumento de costos o deterioro de la imagen de la marca, además de desorden en la producción por no conocer, el personal encargado de la misma, las normas de calidad a seguir.

Las normas de calidad que fija la gerencia para la confección de su producto, son la base para juzgar la calidad del proceso y la aceptación o rechazo de una prenda u operación. Para cada operación en particular, deberá desarrollarse la norma correspondiente.

Método de Control

La única forma de mantener la calidad dentro de la fábrica, es por medio de chequeos constantes y profundos que el inspector deberá realizar frecuentemente en la línea de producción.

Cada operario tendrá asignada una hoja (ver Fig. 9.11) en la que el inspector procederá a anotar sus observaciones.

En la primera columna están indicados los detalles a observar durante la operación, dejando las últimas líneas libres para detalles específicos no considerados; en las columnas restantes se anotarán las observaciones, correspondiendo cuatro a cada día de la semana.

El inspector de calidad deberá realizar por lo menos cuatro inspecciones diarias en cada estación de trabajo. El sistema de inspección será el de muestreo al azar, es decir de las piezas procesadas se tomarán tres o cuatro y se inspeccionarán en base a los puntos anotados en la forma y adicionales. En caso de encontrarse algún defecto, la impresión deberá hacerse más completa, pudiendo llegarse el caso de tener que revisar todas las prendas.

Los defectos encontrados se anotarán en la línea respectiva en la columna de la inspección correspondientes mediante un círculo. En caso de que el defecto se deba a factores ajenos a la operaria, se indicará su origen con una inicial dentro de un círculo. Por ejemplo, si el defecto es de tela, se indicará la inicial "T".

Fig. 9.11

CONTROL DE CALIDAD

NOMBRE _____
 SECCION _____
 SEMANA NO. 1 DEL ____ AL ____

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
1. DULTOS. (TALLA, CANTIDAD, COLOR).					
2. PUNTADAS POR PULGADA.					
3. FORMACION DE PUNTADA.					
4. TENSIONES ARRIBA/ABAJO.					
5. PARTES DESCOSIDAS.					
6. ANCHO DE COSTURA.					
7. UNIFORMIDAD DE COSTURA.					
8. DISTORSION DE COSTURA.					
9. COSTURA FRUNCIDA.					
10. COSTURA ABIERTA O FLOJA.					
11. CASAR PIQUETES O IGUALAR LARGOS.					
12. TELA ESTIRADA O FLOJA.					
13. MANCHAS O TELA DEFECTUOSA.					
14. ALIMENTACION MAQUINA LIMPIA.					
15. AREA LIMPIA Y ORDENADA.					
16. PRENDAS RASGADAS.					
17.					
18.					
19.					
20.					

Es obligación del inspector hacer corregir los errores cometidos por la operaria responsable, instruyéndola en el método adecuado de realizar la operación.

En caso de que se repita el error y se detecte en una inspección posterior, se deberá informar a la Gerencia de Producción para que sean tomadas las medidas pertinentes.

Inspección de la Prenda Terminada

La inspección final tiene por objeto realizar un último chequeo de calidad sobre detalles de terminado y de presentación general de la prenda en la cuál ya todos los detalles de calidad de confección fueron controlados durante el proceso.

Reportes

Al finalizar la semana de trabajo el inspector de calidad deberá elaborar un reporte semanal para presentarlo al Gerente de Producción. En este reporte deberán especificarse el nombre de la operaria, el tipo de calidad que desarrolló durante la semana y las observaciones respecto a su trabajo.

Las operarias que durante la semana hayan desarrollado una mala calidad deberán ser llamadas a la gerencia para notificarselos con el objeto de que pongan más cuidado con su trabajo.

REPORTE DE CALIDAD		SEMANA NO. ___ DEL ___ AL ___ DE 19___		
NOMBRE	B	R	M	OBSERVACIONES

Fig. 9.12. Reporte Semanal de Calidad por Operaria

Las calificaciones de calidad por lo general son:

- 3 % = B (BUENA)
- 5 % = R (REGULAR)
- + 5 % = M (MALA)

Manual para el Correcto Funcionamiento de la Hoja de Registro de Control de Calidad por Operaria.

Calidad significa confeccionar "algo" que al ser comparado con una muestra establecida y aceptada como patrón, reuna las mismas características de costura y presentación.

1. BULTOS (Tallas, Cantidad, Color).

La inspectora de calidad debe de checar los bultos al azar y comprobar que lo que dice la etiqueta del bulto vaya en éste. Por ejemplo:

- La etiqueta indica número 34
- La cantidad de piezas es de 25
- El color del corte es rojo

2. PUNTADAS POR PULGADA.

Significa la cantidad de puntadas que hay en una (1) pulgada (") de longitud al ser comparada la costura a una escala o regla en pulgadas.

Ejemplo



La cantidad de puntadas por pulgada de esta costura es de 8.

3. FORMACION DE PUNTADA

Todas y cada una de las puntadas de la costura deberán ser del mismo tamaño.

Ejemplos:



CORRECTO



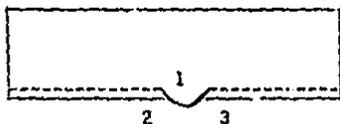
INCORRECTO

4. PARTES DESCOSIDAS

Las partes descosidas son causadas cuando la operaria se sale de la tela que está cosiendo y se vuelve a meter. El hilo que queda fuera de la tela es cortado y deshebrado, por lo que queda un espacio sin coser.

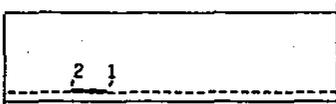
Ejemplo

1. ESPACIO SIN COSER
2. PUNTO EN QUE SALIO LA TELA
3. PUNTO EN QUE ENTRO



También puede aparecer alguna parte descosida cuando por alguna razón se rompe el hilo y la operaria continúa cosiendo sin antes rematar la parte en donde se rompió el hilo. El remate debe hacerse con dos puntadas por lo menos, antes del lugar donde se rompió el hilo.

Ejemplos



CORRECTO

1. ROTURA DE HILO.
2. REMATE DOS PUNTADAS ANTES DE LA COSTURA ROTA



INCORRECTO

1. ROTURA DEL HILO
2. REMATE SIN HACERSE

5. ANCHO DE LA COSTURA

Significa que el ancho de la costura sea igual de principio a fin.

Ejemplo



CORRECTO

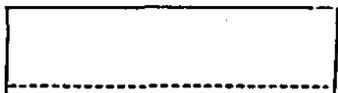


INCORRECTO

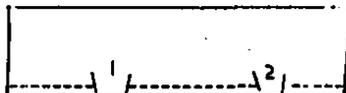
6. UNIFORMIDAD DE LA COSTURA

Todas y cada una de las puntadas deberán tener la misma orientación, pudiendo ser cubiertas por una línea imaginaria.

Ejemplos



CORRECTO



INCORRECTO

En los puntos 1 y 2, la línea supuesta no cubre todas las puntadas de la costura.

7. COSTURA FRUNCIDA.

Si alguna de las telas queda arrugada después de la costura, puede deberse, entre otras causas, a las siguientes:

- La operaria al estar cosiendo estira o afloja alguna de las telas con el objeto de casar piquetes.
- Ambas tensiones están muy apretadas.
- La alimentación de la máquina está muy apretada.

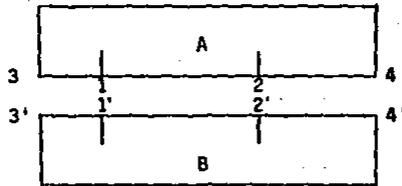
8. COSTURA ABIERTA O FLOJA

Es aquella que al tratar de abrirla para estirla, cede y cuando se deja de estirar no regresa a su posición original. En este caso lo que se debe hacer es ajustar las tensiones.

9. CASAR PIQUETES O IGUALAR LARGOS

La operaria debe tener especial cuidado en respetar largos (extremos), en primer término y de casar los piquetes correctamente, en segundo. Cuando no se respetan estas dos condiciones pueden originarse distorsiones (torcidos) en las prendas

Ejemplo



En este caso deben casarse los largos y piquetes de la tela A con los de la tela B de la siguiente forma:

- El largo 3 y 4 de la tela A debe igualarse al largo 3' y 4' de la tela B, es decir 3 con 3' y 4 con 4'.
- Al coser deben casarse los piquetes 1 y 2 de la tela A con los 1' y 2' de la tela B, es decir, 1 con 1' y 2 con 2'.

10. TELA ESTIRADA O FLOJA

Esto suele suceder cuando las telas a coserse son de material de poco cuerpo o que son cortadas diagonalmente (en bias). Al coserlas hay que tener mucho cuidado de aplicar las mismas tensiones en ambas telas, con puntada grande (pocas puntadas por pulgada) con las tensiones arriba y abajo lo más sueltas posible dentro de lo permisible y la alimentación lo más floja, también dentro de lo permisible.

11. MANCHAS O DEFECTOS EN LA TELA

Las manchas pueden ser originadas en el taller de corte o el de costura. La tela defectuosa seguramente procede del proveedor.

Las manchas en la tela pueden originarse por:

- Aceitar las máquinas sin respetar los niveles establecidos.
- No tener cuidado de limpiar la alimentación de la máquina al iniciarse la jornada de trabajo.
- Colocar cosas grasosas sobre la mesa de la máquina, tales como comida, aceiteras, chicles, dulces, refrescos, etc.

Los defectos en la tela, si no vienen ya en ésta al ser entregada por el proveedor, pueden ser debido a garranchos motivados por astillas en la mesa de la máquina o en las ayudas de trabajo ó por la misma aguja.

12. ALIMENTACION Y LIMPIEZA DE LAS MAQUINAS

La alimentación se define como un conjunto formado por el pié, dientes y placa de la máquina. Esta debe limpiarse siempre antes de empezar a coser por las mañanas o después de la hora de comida, haciendo pequeñas costuras en un trapo, con el objeto de quitar excedentes de aceite acumulado durante el tiempo que no se utiliza.

La mejor forma de dejar una máquina parada, es colocando un trapo entre el pié y los dientes, desentarrar la aguja e introducirla en un trapo. De esta forma, cualquier excedente de aceite es absorbido por el trapo.

13 AREA DE TRABAJO LIMPIA Y ORDENADA

Se define por área de trabajo de la operaria el círculo originado alrededor de ella al hacer girar los brazos. Dicha área debe estar perfectamente limpia y en orden no debiendo estar en ésta otra cosa que la máquina, ayuda de trabajo y bulto en proceso.

14. PRENDAS RASGADAS

Con frecuencia nos encontramos con prendas rasgadas debido a:

- Descoserlas de tirón.
- Por el uso inadecuado de las tijeras.
- Jalarlas fuertemente al atorarse con la aguja, cortador de hilo o en algún otro sitio.

9.9 CONCLUSIONES

Hemos descrito en este capítulo las técnicas y métodos que a nuestro juicio se deben de implementar en el área de aparato de la empresa G Y J de calzado deportivo para el control de la producción.

Si estas herramientas son empleadas con buen criterio la programación de la producción deberá ser relativamente sencilla y el flujo de la misma continuo. Para que esto suceda deberán de estar abiertos los canales de retroalimentación de información de los operadores hacia los niveles administrativos y gerenciales de la empresa. Además, deberán de instalarse las nuevas técnicas y métodos en forma paulatina con los medios de capacitación apropiados para que no hayan bajas considerables en la producción actual.

Las fases de instalación deben ser cuidadosamente planeadas y explicadas a los operadores (principalmente el estudio de tiempos y el sistema de pagos por destajos e incentivos) para coordinar el esfuerzo de la gerencia con el de la fuerza de trabajo. Cada vez que se instale un nuevo método se deberán de efectuar las anotaciones u observaciones pertinentes en un archivo para tener un registro de los acontecimientos y siempre que se desee modificar dicho sistema se deberá de revisar el archivo para evitar una repetición de errores.

La motivación que pueda ejercer la gerencia sobre los operadores será la base del éxito o fracaso de un nuevo patrón de procedimiento

Dadas las características del área de aparato de la empresa G & J los métodos aquí sugeridos serán de gran utilidad tanto para incrementar el volumen de producción actual (sin nunca someter la calidad a este) y tener mayor control sobre los costos de mano de obra por producto, como para motivar a la fuerza de trabajo.

Hay que recordar que los operadores se ven motivados en forma positiva cuando se percatan que se les está prestando atención (efecto Hawthorn), es por esto que un cambio podrá tener un efecto positivo dentro de esta área.

Una última sugerencia que debemos hacer a la dirección de la empresa es la de instalar un sistema de música en el área de aparato. La música reducirá en gran parte el tedio y la fatiga de los operadores, elevará la moral (ya que se darán cuenta que se les esta prestando atención) y le permitirá a la gerencia hacer otras modificaciones con menor oposición por parte de los obreros; además un sistema de música no requiere de gran inversión y seguramente será de gran utilidad para abrir las vías de comunicación con la fuerza laboral una vez que vean la buena voluntad de la gerencia.

CAPITULO X

SOLUCIONES AL PROBLEMA - DISTRIBUCION EN PLANTA

- 10.1 Introducción**
- 10.2 Objetivos**
- 10.3 Aplicación Práctica de S.L.P.**
- 10.4 Conclusiones**

ANALISIS DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA DEL AREA DE APARADO DE LA EMPRESA G & J DE CALZADO DEPORTIVO

10.1 INTRODUCCION

El capítulo que a continuación presentamos consiste en la elaboración de una distribución - arreglo de las instalaciones (maquinaria) óptima para el área de aparado de la empresa G & J de calzado deportivo. Dicho arreglo requerirá de una serie de análisis tanto del proceso ó procesos para elaborar el producto, así como de las relaciones que existen entre cada proceso.

Las operaciones que se realizan principalmente en el área de aparado son las de costura, riveteado y ojillado de los zapatos, teniendo algunas variantes en ciertos productos particulares.

Para la elaboración del cuerpo de un zapato, las operaciones siguen una secuencia dada (tal como la describimos en el capítulo III).

10.2 OBJETIVOS

Los objetivos de este capítulo serán los siguientes:

- Elaborar y desarrollar una distribución - arreglo de las instalaciones (maquinaria) mas adecuada del área de aparado de la empresa G & J de calzado deportivo para hacer el flujo del material lo más rápido y eficiente posible y tratando de evitar al máximo los cuellos de botella en la elaboración del producto.
- Aprovechar al máximo la superficie destinada a dicho departamento para ofrecer mayor espacio para el flujo de los materiales de una operación a otra, así como el espacio requerido para los inventarios

de materias primas y producto en proceso.

- Asignar las áreas requeridas por los operadores para desarrollar sus actividades comodamente en cada estación de trabajo, evitando así el sentirse sofocados por la falta de espacio, así como para evitar la fatiga la cual conduce a menores volúmenes de producción y productos de mala calidad.
- Acoplar la distribución sugerida como más adecuada a los requerimientos del sistema de control de producción establecido en el capítulo IX.

Los alcances de este análisis estarán dados por:

- Las condiciones actuales de el departamento, así como del espacio destinado al mismo.
- La facilidad para implementar las técnicas utilizadas en los análisis para obtener la solución óptima al problema.
- La disposición de la fuerza de trabajo para aceptar las modificaciones propuestas.

Obviamente estos alcances son las condiciones a las que estará sujeto este análisis para lograr los objetivos previamente planteados en el corto y mediano plazo y para obtener mayores volúmenes de producción al menor costo posible.

10.3 APLICACION PRACTICA DE SLP

Descripción del Proceso

En el departamento de aparado se parte de todos los componentes previamente cortados en el departamento de suaje (corte). Dichos componentes abarcan en su totalidad al upper.

Entre los componentes que abarcan al upper tenemos los siguientes:

- a) Cuerpo principal
- b) Aplicaciones (Adornos)
- c) Chinela
- d) Talón
- e) Jareta
- f) Ojillos
- g) Contrahorte

La secuencia de operaciones para elaboración del upper del zapato prototipo (el mismo que describimos e ilustramos en el inciso 3.5) es la siguiente:

1. Cerrar Corte
2. Sobrecostura
3. Transportar a la mesa auxiliar de corte C
4. Riveteado
5. Costura contrahorte y refuerzo
6. Unir chinela - talón
7. Costura aplicaciones
8. Coser base de ojillado
9. Transportar mesa auxiliar B
10. Poner jareta
11. Poner ojillos
12. Transportar mesa de inspección final H

Para poder contemplar con mayor detalle la secuencia de operaciones que se realizan en el área de aparato se muestran las figuras 10.1 y 10.2 que corresponden al diagrama de recorrido y diagrama de operaciones respectivamente dentro de esta sección.

Siguiendo el procedimiento que señala la teoría de SLP efectuaremos cada una de las 4 fases necesarias para generar una nueva distribución.

Fase I - Localización

Por disposición de la gerencia la localización de la nueva distribución del área de aparato será la misma que hasta ahora ha tenido.

Fase II - Planeación de la Distribución Global

La planeación de la distribución global comprende la elaboración de los patrones de flujo, estimación del tamaño de cada área o departamento y el establecimiento de las relaciones que existen entre cada área o departamento. Los pasos que nosotros efectuamos para cubrir esta fase fueron:

Relación de Actividades

La carta REL ó de relación de actividades (Fig. 10.3) se construyó bajo el siguiente criterio:

1. Se utilizó la escala AEIOUX para determinar los diferentes grados de importancia de proximidad, siendo:

- A = Absolutamente necesario
- E = Especialmente importante
- I = Importante

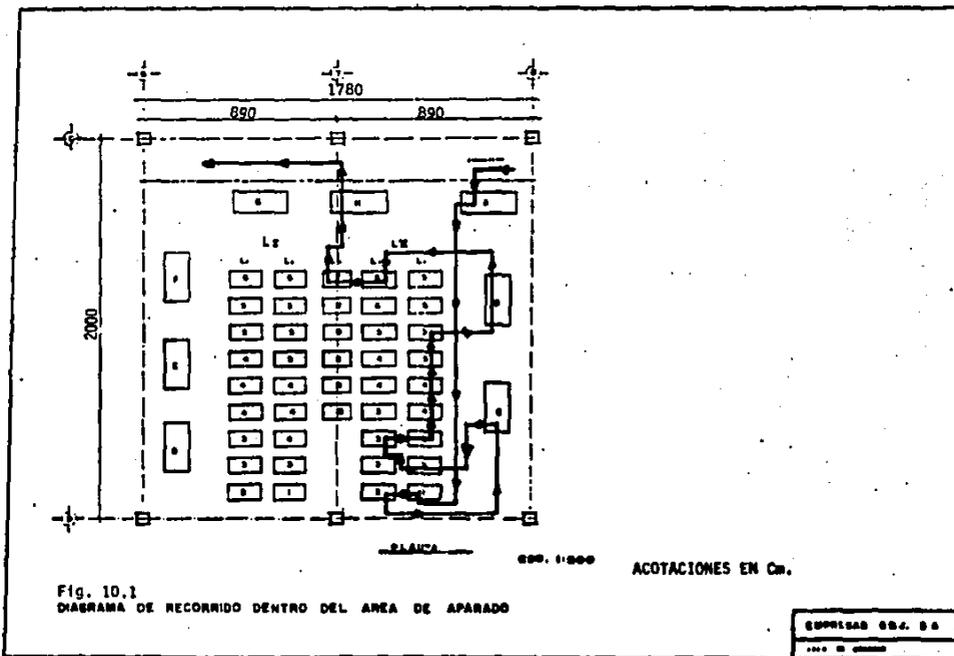


Fig. 102 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL MODELO PROTOTIPO.

MODELO : P
TALLA : M
COLOR : BLANCO

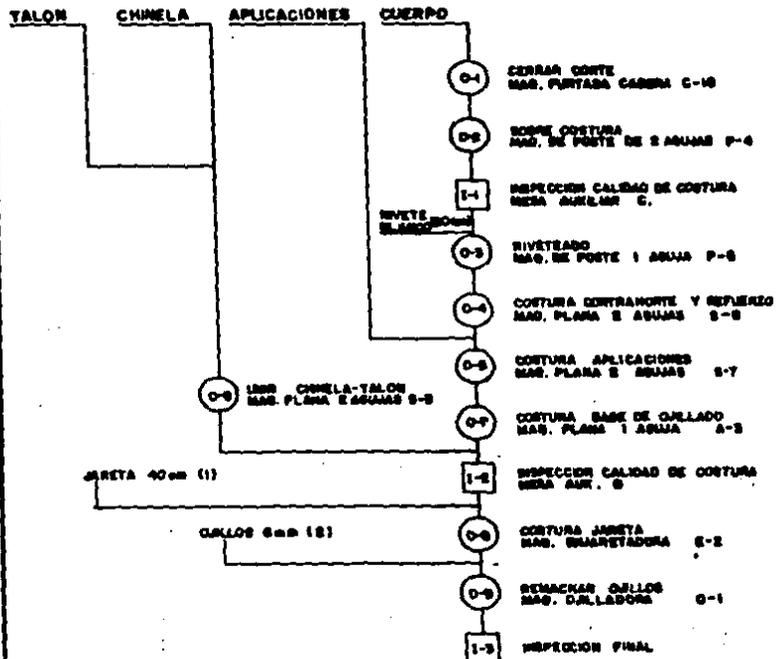
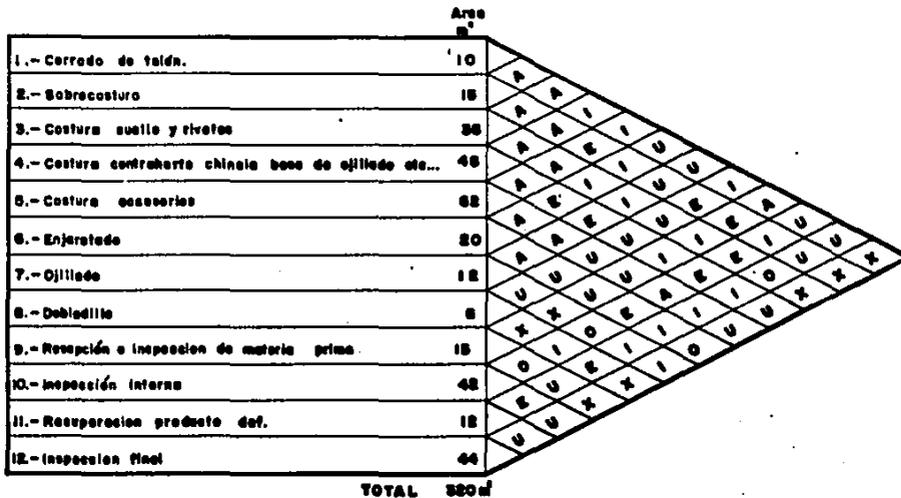


Fig. 10.3. CARTA DE RELACION DE ACTIVIDADES



- O = Ordinaria correcta
- U = Irrelevante
- X = Indeseable

Los departamentos que componen a la carta REL son los siguientes:

1. Cerrado de Talón
2. Sobrecostura
3. Costura cuello y rivetes
4. Costura contrahorte, chinela, base de ojillado y empalme de lengüeta
5. Costura accesorios, empalme cuello y talón
6. Enjaretado
7. Ojillado
8. Doblado
9. Recepción e inspección de materia prima
10. Inspección intermedia
11. Recuperación producto defectuoso
12. Inspección final

2. La asignación de los grados de proximidad entre cada departamento se determinó en base a varios factores, entre los cuales podemos mencionar; continuidad del proceso, líneas de flujo, distancia a recorrer, secuencia necesaria de operaciones y otros factores cualitativos.

3. El total de área disponible para el área de aparato en la instalación existente es de : 320 mt². (ver Fig. 10.1)

A continuación cuantificaremos el número de máquinas de acuerdo al tipo de trabajo que realizan para poder asignar el área que requiere cada

proceso dentro del departamento de aparado de la compañía.

Tipo de Máquina	No. de Máquinas					Total
	L I		L II			
	L1	L2	Sop.	L3	L4	
Máquina de Cadena	1			1		2
Máquina Poste 2 Agujas		1	1		1	3
Máquina Poste 1 Aguja	1	2	1	1	2	7
Máquina Plana 2 Agujas	3	2		3	3	11
Máquina Plana 1 Aguja	4	2		3	2	11
Máquina Enjaretadora		2		1	1	4
Máquina Ojilladora			2			2
Máquina Inyectadora de Termoplástico			1			1
Máquina de Puntada Zig Zag			1			1
Subtotal	9	9	6	9	9	42
Total por Línea		18	6		18	42

Con base en el número de máquinas y de las dimensiones de cada mesa de trabajo, que es de 1.50m de largo por 1.0m de ancho y en la distancia requerida entre máquina y máquina para que el operador pueda estar comodamente trabajando (0.80 m), se asignó aproximadamente una área de 5.25m² a cada máquina incluyendo los espacios de los pasillos, mientras que para las mesas auxiliares de corte la superficie fué aproximadamente de 15.25 m².

En la Fig. 10.4 se muestra el criterio utilizado para determinar los requerimientos de espacio para las diferentes tareas que se efectúan en el área de aparado.

Los requerimientos de espacio para cada máquina (columna 5) se establecieron con base en las medidas de cada una de ellas, el espacio por operador de cada una de las estaciones de trabajo se obtuvo partiendo de las dimensiones de la estación de trabajo tal como lo señala la tabla de determinación de superficie por operador que sugiere la firma de consultores Kurt Salmon Asociados en el Manual para Ingenieros Residentes de la Industria de la Confección.

HOJA DE REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL AREA DE PRODUCCION												
REQUERIMIENTOS DE ESPACIO												
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
No.	Actividad, Pieza Departamento, Area	Oper. No.	Maquina o Equipo	Maq. etc. 1xa=A	Equipo Aux. 1xa=A	Espacio Operador 1xa=A	Espacio Mat'l. 1xa=A	Sub Total	Sub-Total x 150 Toleranc.	No. de Maqs.	Total M ² por operador	Total por Area
1	Cerrado de Talón		1*	1.5	-	1.5	.48	3.48	5.22	2	10.44	10
2	Sobrecostura		2*	1.5	-	1.5	.48	3.48	5.22	3	15.66	15
3	Costura Cuello y Riños		3*	1.5	-	1.5	.48	3.48	5.22	7	36.54	36
4	Costura Contrahombro Chinela, B.Ojillado		4*	1.5	-	1.5	.48	3.48	5.22	9	46.98	46
5	Costura de Acces.		5* y 9*	1.5	-	1.5	.48	3.48	5.22	12	62.64	60
6	Enjaretado		6*	1.5	-	1.5	.48	3.48	5.22	4	20.88	20
7	Ojillado		7*	2.10	-	1.5	.48	4.08	6.12	2	12.24	12
8	Doblado		8*	2.10	-	1.5	.48	4.08	6.12	1	6.12	6
9	Recepcion e Inspec. de Materia Prima		A	3.0	-	2.5	5	10.5	15.75	1	15.75	15
10	Inspección Intermedia		B C D	3.0	-	2.5	5	10.5	15.75	3	47.25	42
11	Recuperación Producto Def.		E	3.0	-	2.5	3	8.5	12.75	1	12.75	12
12	Inspección Final		F G H	3.0	-	2.5	5	10.5	15.75	3	47.25	44
												320

Fig.10.3 Hoja de Requerimientos de Espacio para el Area de Aparado

El espacio que se estima necesario para los materiales en cada estación de trabajo esta determinado por las dimensiones de las canastas en las que se transportan los materiales y por el número de estas. Según se señalan en el capítulo de Manejo de Materiales y Distribución en Planta las tolerancias de espacio que se aplican en la hoja de Requerimientos de Espacio es de 50% del tamaño del área total ocupada por la máquina, equipo auxiliar, operador y materiales.

Partiendo de las superficies totales por área procedemos a elaborar la carta de relación de actividades para luego proseguir con el diagrama de relación de actividades (Fig. 10.5).

El siguiente paso de SLP es construir un diagrama de relación de espacio el cual consiste en dibujar cada departamento o actividad a escala (según la superficie que requiere) con las líneas de relación que lo ligan a los demás departamentos.

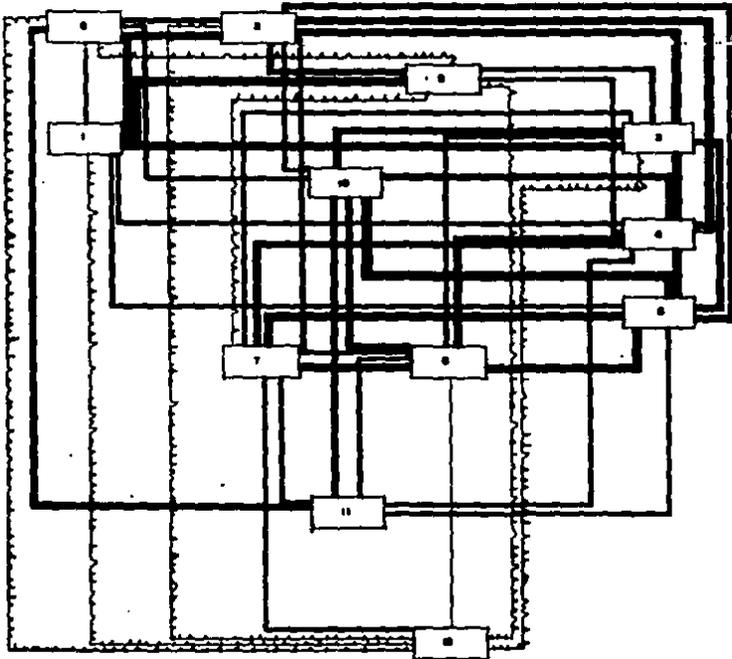
Este diagrama corresponde a la Fig. 10.6 y será de mucha utilidad en los pasos subsecuentes de la planeación sistemática de distribuciones puesto que partiendo de las dimensiones de el área de aparato y de las de cada actividad se construirán los diagrama de bloques alternativos para seleccionar la distribución más apropiada de las instalaciones (maquinaria).

Los diagramas de bloques alternativos que construimos en base a nuestro criterio son los que mostramos en las figuras 10.7 y 10.8. Estos diagramas fueron contruidos combinando las consideraciones de requerimientos de superficie por actividad y la carta REL. Además se tomaron en cuenta las limitaciones prácticas y las consideraciones que modifican a la distribución.

Por otra parte, construimos una serie de distribuciones generadas por computadora para ayudarnos en nuestro analisis de SLP y de las cuales se

Fig. 10.5

"DIAGRAMA DE RELACION DE ACTIVIDADES"



ACTIVIDADES -

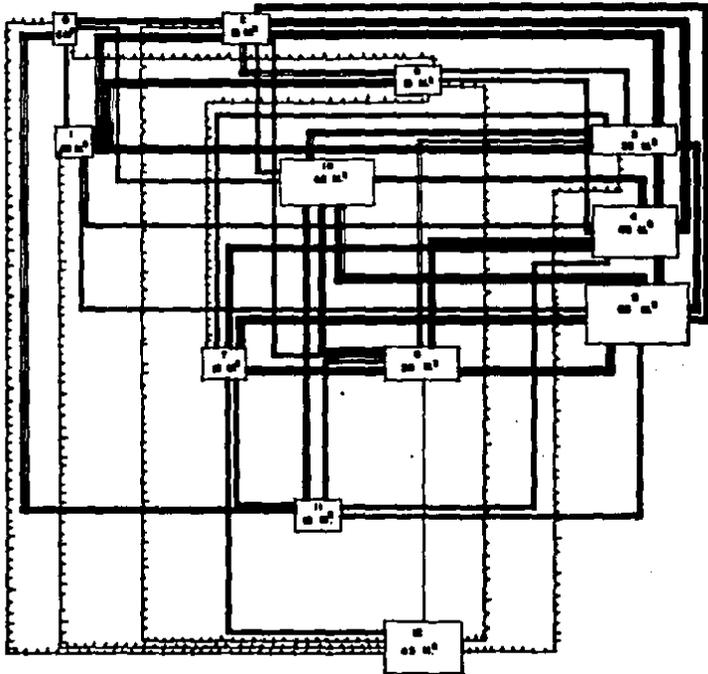
- 1.- CERRAR DE PLAZA
- 2.- CERRAR DE CALLE Y PASADIZO
- 3.- CERRAR SEMAFORO, CARRILLO Y SEÑAL DE PASADIZO
- 4.- CERRAR SEMAFORO
- 5.- CERRAR DE ACCESORIOS
- 6.- CERRAR SEMAFORO
- 7.- CERRAR SEMAFORO
- 8.- CERRAR SEMAFORO
- 9.- CERRAR SEMAFORO
- 10.- CERRAR SEMAFORO
- 11.- CERRAR SEMAFORO
- 12.- CERRAR SEMAFORO

TIPO DE DELAQUEO

- A.- DELAQUEO
- B.- DELAQUEO
- C.- DELAQUEO
- D.- DELAQUEO
- E.- DELAQUEO
- F.- DELAQUEO
- G.- DELAQUEO
- H.- DELAQUEO
- I.- DELAQUEO
- J.- DELAQUEO
- K.- DELAQUEO
- L.- DELAQUEO

Fig. 10.6

" DIAGRAMA DE RELACION DE ESPACIO "



CANTIDAD DE RELACION DE ESPACIO

CONSTRUYENDO

ÁREAS (m²)

TIPOS DE RELACIONES

1.- REVERSO DE VALLAS.	0.00
2.- CUBIERTA.	0.00
3.- SISTEMA DE CIELOS Y BARRAS	0.00
4.- SISTEMA CONSTRUCTIVO, CIELOS Y BARRAS DE VALLAS.	0.00
5.- CIELOS DE ALUMINIO.	0.00
6.- PLACAS.	0.00
7.- VALLAS.	12.00
8.- BARRILLAS.	0.00
9.- DE CIELOS Y BARRAS DE CIELOS.	0.00
10.- BARRAS DE CIELOS.	0.00
11.- BARRAS DE ALUMINIO.	0.00
12.- SUPERFICIES.	12.00
13.- SUPERFICIES PIEL.	0.00

1.-	—————
2.-	—————
3.-	—————
4.-	—————
5.-	—————
6.-	—————
7.-	—————
8.-	—————
9.-	—————
10.-	—————
11.-	—————
12.-	—————

muestran algunas en las figuras 10.9, 10.10 y 10.11.

El programa de computadora con el que se construyeron estas distribuciones fué elaborado por Gerry Kenneth Gaston en la Universidad Estatal de Oregon (Oregon State University) en Mayo de 1984. La versión que nosotros presentamos esta escrita en lenguaje BASIC para un texto de pantalla de 24 renglones y 40 columnas.

Los datos de entrada que requiere el programa son:

- a. El número de departamentos de la distribución.
- b. Las superficies de cada departamento.
- c. Las relaciones entre los departamentos (Carta REL)
- d. La puntuación mínima de proximidad
- e. El tamaño de la superficie a distribuir.

Podríamos decir que la forma en la que opera este programa se asemeja a una combinación de los programas Aldep y Correlap los cuales describimos en el capítulo VII.

El orden en el que se selecciona la localización de cada departamento o actividad se describe a continuación:

1. Selecciona un departamento al azar
2. Busca un departamento que tenga una relación "A", "E" o la mínima relación aceptable "U" con respecto al último departamento seleccionado;
 - Si existe alguno, regresa a 2.
 - Si no existe ninguno, uno de los departamentos que no ha sido seleccionado se toma al azar, regresa a 2.

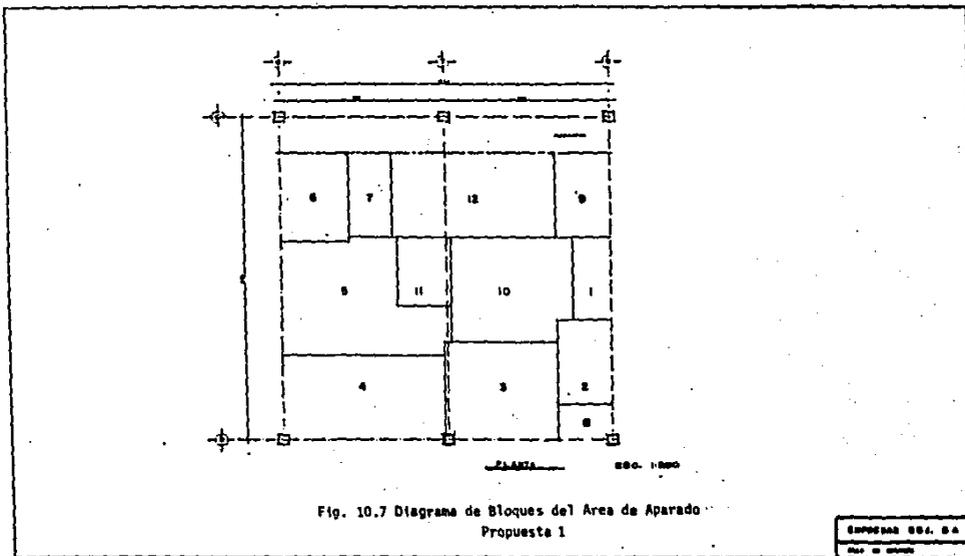
3. El patrón para localizar los departamentos empieza en el centro de la pantalla de la computadora y continua en forma espiral hacia afuera hasta que la distribución queda determinada.

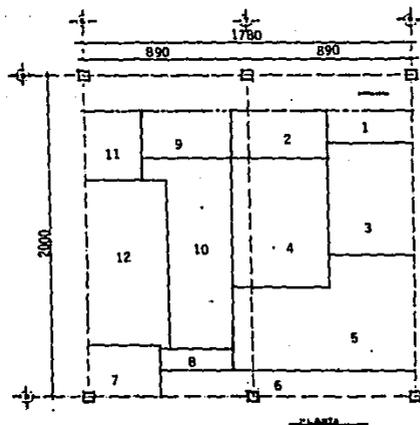
La puntuación de cada distribución generada se lleva a cabo de la siguiente forma; la distancia rectilínea del centroide de cada departamento con respecto a los demas se multiplica por las relaciones de proximidad correspondientes y estos resultados son sumados para arrojar la puntuación total.

Las dimensiones de la superficie a distribuir no deben de ser mayores a 20 x 20 y el número de departamentos no esta limitado pero se sugiere 30 como máximo.

Una sugerencia al emplear este programa es que la suma de las superficies de cada departamento sea mayor a 400 unidades. El programa por si mismo pondrá a escala estas dimensiones para que se ajuste al largo y al ancho de la superficie a distribuir.

Este programa puede ser usado tanto para generar distribuciones nuevas como para mejorar alguna ya existente.





ESC. 1:200

ACOTACIONES EN CM.

Fig. 10.8 Diagrama de Bloques del Area de Aparado
Propuesta 2

SONYER 904. 80
1984. 01. 01. 01. 01.

FACTOR MINIMO DE PROXIMIDAD*
 TEC. EE: 6*A 5*E 4*B 3*D 2*U 1*X
 76

ORDEN DE COLOCACION DE LOS DEPARTAMENTOS

1	DEPT ES 11	CON AREA 120
2	DEPT ES 10	CON AREA 420
3	DEPT ES 5	CON AREA 620
4	DEPT ES 3	CON AREA 360
5	DEPT ES 1	CON AREA 180
6	DEPT ES 2	CON AREA 150
7	DEPT ES 4	CON AREA 460
8	DEPT ES 6	CON AREA 220
9	DEPT ES 7	CON AREA 140
10	DEPT ES 8	CON AREA 60
11	DEPT ES 12	CON AREA 440
12	DEPT ES 9	CON AREA 150

AREA TOTAL= 3200

ORDENA RETORN PARA CONTINUAR
 LARGO DEL AREA A DISTRIBUIR* (MAX. 20)
 716

ANCHO DEL AREA A DISTRIBUIR* (MAX. 20)
 728

													CIRCUNFERENCIA			
9	9	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	8	7	7	7	
9	9	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	8	7	7	6	
9	9	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	8	7	7	6	
9	9	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	8	8	7	7	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	6	6	6	6	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	6	6	6	6	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	6	6	6	6	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	6	6	6	6	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	6	6	6	6	
5	5	5	5	11	11	10	10	10	10	10	10	4	4	4	4	
5	5	5	5	11	11	10	10	10	10	10	10	4	4	4	4	
5	5	5	5	11	11	10	10	10	10	10	10	4	4	4	4	
5	5	5	5	11	11	11	10	10	10	10	10	4	4	4	4	
3	3	3	3	11	11	11	10	10	10	10	10	4	4	4	4	
3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	2	4	4	4	4	
3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	2	4	4	4	4	
3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	2	4	4	4	4	
3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	2	4	4	4	4	

PLANTACION= 8018

Fig. 10.10 Distribución por Computadora Propuesta 4

Comentarios a las Distribuciones en Planta Alternativas

Distribuciones en Base a Nuestro Criterio.

Propuesta I

Esta alternativa corresponde a la Fig. 10.6 y pretende localizar las instalaciones siguiendo un patrón de flujo en herradura, ya que como podemos observar en la figura las mesas auxiliares de corte (Depto. 10-inspección intermedia) se encuentra casi en el centro del área de aparado, en donde se pretende seguir una línea de ensamble.

Es de notarse que los departamentos de recepción de materias primas (9) e inspección final (12) están adyacentes al pasillo de circulación.

Propuesta II

En esta alternativa se pretendió separar las actividades propias del proceso productivo a las de inspección por lo que las áreas 9, 10, 11, y 12 se encuentran en una sección del área de aparado mientras que el resto en otro (ver Fig. 10.8).

Esta distribución trata de apearse a un patrón de flujo tipo Zig-Zag con un avance continuo según los procesos de elaboración requeridos.

Distribuciones generadas por computadora.

Antes de proceder con el análisis de las distintas alternativas generadas por la computadora queremos aclarar que este programa no admite restricción ni precolocación de departamentos sobre la superficie a distribuir, así como restricciones de los anchos y largos mínimos necesarios para cada departamento. Por último en nuestro caso cada número en las distribuciones generadas representa un metro cuadrado de superficie.

Propuesta III

Esta propuesta (Fig. 10.9) corresponde a la 5ª iteración generada por la computadora con un factor mínimo de proximidad de 6. Podemos observar que el departamento de recepción e inspección de materiales (9) no tiene acceso directo del pasillo; además está bastante distanciado del departamento de máquinas de puntada de cadena (1), donde empieza el proceso productivo.

Al mismo tiempo la secuencia de fabricación sigue un flujo muy irregular (Depto. 2, 3, 4, 5 y 6 loquetrae consigo un exceso en el manejo de materiales).

Propuesta IV

En la 9ª iteración la computadora generó la distribución de mayor puntuación la cual se muestra en la Fig. 10.10. En esta distribución sigue existiendo la desventaja de la gran distancia entre los departamentos 9 y 1. A pesar de haber una mejoría entre esta distribución y la anterior la secuencia de

fabricación impuesta por la distribución sería todavía demasiado complicada. Dos de las ventajas de esta distribución son las de tener tanto al departamento de recepción de materiales (9) y el de inspección final (12) con acceso directo al pasillo de circulación así como a los departamentos de inspección de intermedia (10) y recuperación de producto defectuoso (11).

Propuesta V

En la décima interacción la computadora generó la distribución que se muestra en la Fig. 10.11. Esta distribución obtuvo una puntuación de 6960 lo que significa una disminución con respecto a la anterior de 1058 puntos. Lo anterior indica que la distribución generada en la 9^a iteración es la mejor alternativa que la máquina pudo generar durante esta sesión.

Fase III Plan Detallado de la Distribución Final

Después de habernos formado cierto criterio al construir las distribuciones anteriormente descritas, elaboramos la distribución que a nuestro juicio es la más apropiada para el área de aparato de la empresa G & J. Esta distribución tiene las siguientes características.

1. El patrón de flujo a seguir es de tipo herradura.
2. La recepción de materiales esta localizado con acceso del pasillo y en la parte más próxima al área de corte.
4. La inspección final esta localizada con acceso al pasillo y en la parte más próxima al almacén de upper.
5. La recuperación de producto defectuoso se situó en un punto muy próximo tanto a la inspección intermedia como a la de producto terminado.
6. Al efectuarse la redistribución de maquinaria se abarcó toda la superficie del área de aparato contemplando suficiente espacio para: 1) volumen de material en proceso, 2) pasillos y áreas para el operador, y 3) futuros incrementos de maquinaria.

Antes de construir la distribución final construimos el diagrama de bloques correspondiente (Fig 10.12) en el cual conjugamos ideas de las 5 propuestas antes mencionadas.

La distribución que proponemos como más apropiada para el área de aparado de la empresa G & J se muestra en la Fig. 10.13 tiene como principales ventajas las siguientes:

- 1). Flujo más uniforme del material
- 2). Mayor facilidad para implantar un control de bultos
- 3). Combina la línea de ensamble con la distribución por proceso.
- 4). Areas abiertas (pasillos) más amplios.
- 5). Mayor superficie para material en proceso
- 6). Más adecuada para una empresa multiestilo.
- 7). Mejor adaptación a variaciones de la demanda.
- 8). Más versatil ante problemas como el ausentismo.

Sus desventajas son:

- 1). El tiempo de producción es ligeramente mayor que en la línea de ensamble.
- 2). Requiere de supervisión más especializada.
- 3). Mayor inversión en inventarios en proceso.
- 4). Requiere de controles y planeación más sofisticada en la producción.

El diagrama de recorrido de esta distribución lo podemos observar en la Fig. 10.14; en esta distribución la distancia recorrida por el material es ligeramente mayor que la de la distribución anterior (esto era de esperarse ya que

modificamos una distribución de línea de ensamble a una distribución por proceso), pero la diferencia es tan pequeña (no más de 8.0 m) que es insignificante.

Por otra parte es importante mencionar que sugerimos que se cambie la orientación de las operadoras del área de aparado, es decir en lugar de ver hacia la pared que vean hacia el resto de la planta. Pensamos que esto disminuirá lo tedioso de su trabajo sin llegar a distraerlas.

Si revisamos los objetivos que planteamos en el inciso 10.2 veremos que la distribución propuesta cumple de gran manera con ellos:

- a) El flujo de el material no es más rápido pero se simplifica de gran manera, lo cual evita los cuellos de botella.
- b) Se aprovecha al máximo la superficie de esta área para los operadores, el material en proceso, materias primas, pasillos, etc.
- c) La distribución se acopla adecuadamente al sistema de control de producción sugerido previamente en el capítulo IX.

La Fase IV de SLP la cual se refiere a la instalación de la distribución será llevada a cabo por la empresa si cree que la distribución propuesta es apropiada.

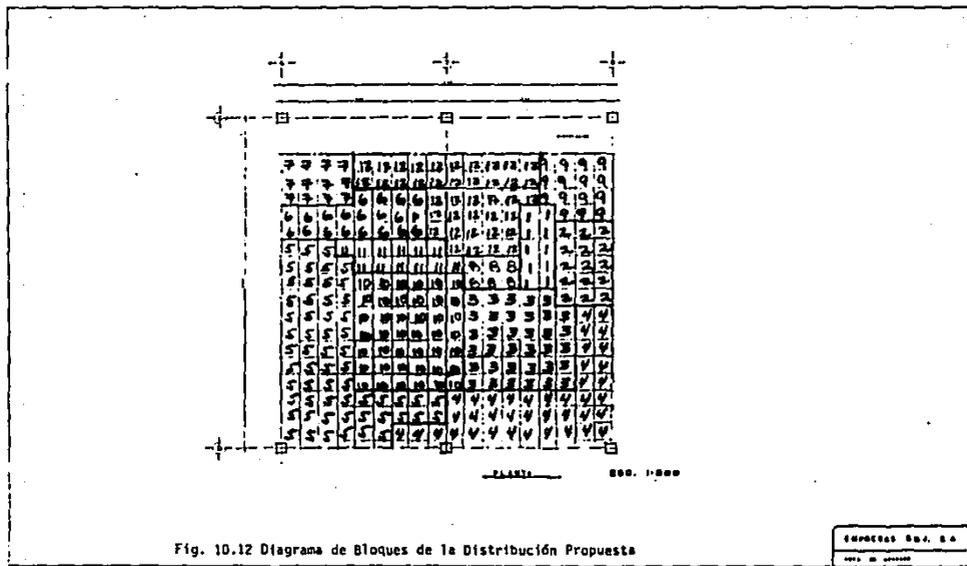


Fig. 10.12 Diagrama de Bloques de la Distribución Propuesta

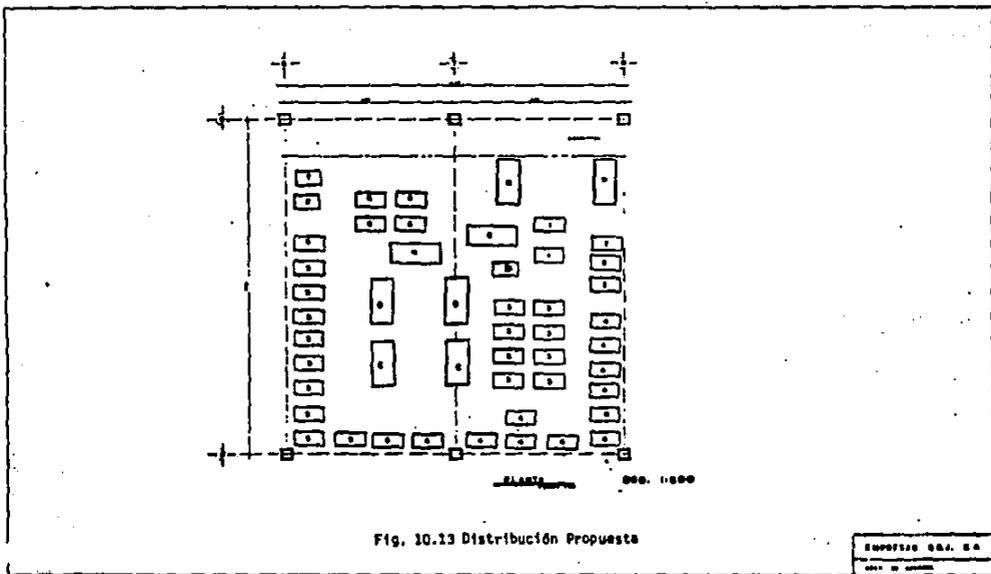


Fig. 10.13 Distribución Propuesta

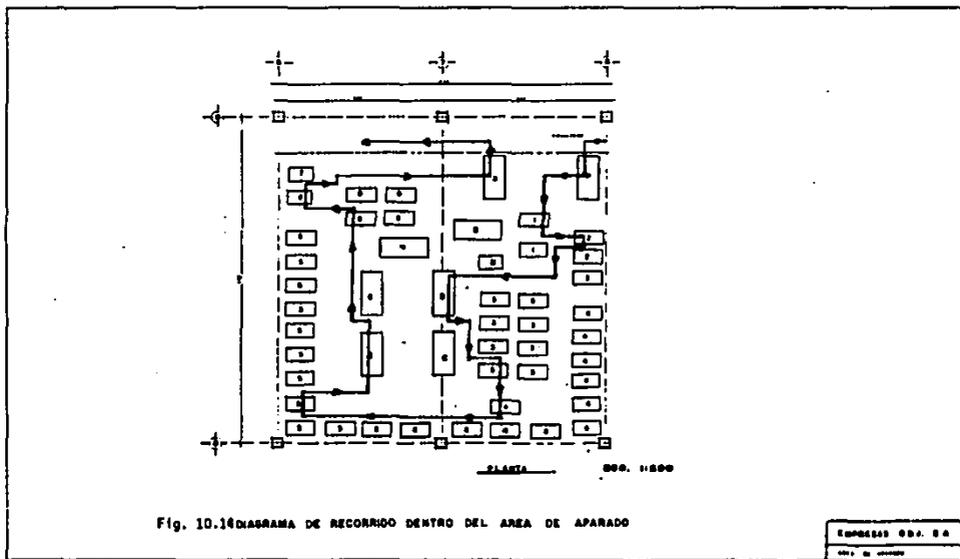


Fig. 10.14 DIAGRAMA DE RECORRIDO DENTRO DEL AREA DE APARADO

10.5 Conclusiones

Gracias a métodos como SLP es posible hoy en día diseñar una distribución en planta de una manera más analítica, tratando de incorporar a dicho análisis una serie de restricciones cualitativas y cuantitativas que harán que el resultado se encuentre dentro de las soluciones alternativas posibles. SLP es un método que trata de quitarle lo subjetivo al diseño de la distribución debido a que durante muchos años los diseñadores de plantas industriales construyeron y diseñaron las instalaciones en base a su experiencia y criterio mientras que muchas de las personas que laboraban en estas plantas no se podían explicar el por qué de algunos arreglos particulares, limitando así siempre el trabajo y análisis de distribución a relativamente pocos individuos dentro de la organización.

Por otra parte el diseño de distribuciones por medio de computadora es sumamente útil no solo por su velocidad, sino también por el número de arreglos que la máquina puede generar; en algunos de estos arreglos las soluciones generadas por la máquina indican soluciones alternativas que probablemente no habían sido visualizadas por el diseñador. Sin embargo es poco común el que la computadora genere la solución óptima puesto que muchos de los factores cualitativos no pueden ser considerados en los programas para distribuciones por computadora.

La distribución que nosotros sugerimos como la más apropiada para el área de aparato de la empresa G & J de calzado deportivo se generó tomando en cuenta tanto los elementos subjetivos o cualitativos que afectan a la distribución como las distribuciones alternativas generadas por la computadora y nuestro buen juicio.

Cabe mencionar que la distribución propuesta no es óptima puesto que existen gran número de combinaciones posibles de las cuales puede surgir una

mejor alternativa. Basándonos en la restricciones y los criterios que se establecen a lo largo de este capítulo así como en el de teoría de distribución en planta creemos que el resultado obtenido cubre de manera satisfactoria los requerimientos de esta área y es congruente con los sistemas y métodos de control de producción que sugerimos en el capítulo IX (Soluciones al Problema - Control de Producción.).

CONCLUSIONES

Las diferentes técnicas de la ingeniería industrial que hemos expuesto y sugerido a lo largo de este trabajo serán de gran utilidad para elevar los niveles de eficiencia de la empresa G & J de calzado deportivo.

México es un país en donde los métodos de la ingeniería industrial han sido aplicados principalmente a industrias metalmeccánicas con volúmenes de producción muy altos. Uno de los propósitos de nuestro trabajo fué el de demostrar que tanto la teoría como la práctica de la ingeniería industrial pueden ser llevadas a todo tipo de ramas industriales y para todo tamaño de organizaciones.

Dos de los factores que con mayor frecuencia analiza la ingeniería industrial son de vital importancia en la industria de la confección debido al contenido de trabajo aquí realizado; estos factores son:

- a) Control de los costos de mano de obra
- b) Minimización del manejo de materiales

El primero de estos factores puede ser implementado con el establecimiento de estándares de producción, el cual se basa en un efectivo sistema de control de producción y en un estudio de tiempos.

La solución al segundo de estos factores puede ser alcanzada a través de un gran número de técnicas entre las cuales destacan: análisis del proceso, análisis de la distribución en planta (SLP), sistemas alternativos para manejo de materiales, etc.

Se aplicaron muchos de los criterios empleados en la industria de la confección a lo largo de este trabajo debido a la gran similitud que existe entre el departamento de armado de la empresa G & J y este tipo de industria.

Cabe mencionar que a lo largo de nuestro estudio (soluciones al problema) nunca recurrimos al uso de estándares preestablecidos como podrían ser tiempos predeterminados, tolerancias preestablecidas para la rama de la confección, sistemas de incentivos previamente elaborados, determinación de la superficie estándar por máquina y operador, etc., debido a que todos estos estándares han sido desarrollados en países altamente industrializados con un entorno tecnológico totalmente distinto al de México. Esta diferencia es aun más notable cuando el factor humano es involucrado. Debido a esto estamos firmemente convencidos que los estándares deben desarrollarse dentro del entorno de la empresa mexicana con operadores mexicanos.

Por otra parte, en el caso particular del área de armado donde la mano de obra juega el papel principal, la motivación que la gerencia pueda engendrar en la fuerza de trabajo será la principal variable para llegar al éxito y alcanzar los objetivos que esta haya establecido.

Una vez que las diferentes técnicas han sido concebidas, que los estándares han sido establecidos y que la fuerza de trabajo ha sido motivada positivamente, la gerencia deberá proseguir con la fase de implementación del sistema global que comprenda la operación de todo un departamento o área. Esta implementación deberá de llevarse a cabo en forma paulatina para que se puedan efectuar los ajustes necesarios que requiera cada método de control particular.

La gerencia deberá estar atenta de los acontecimientos que se presenten a partir de la fase de implementación, estableciendo canales de retroalimentación efectivos que permitan llevar a cabo auditorías constantes.

Nuestro estudio se concentró únicamente en el área de apurado de la planta ya que así lo solicitó la dirección de la empresa. A pesar de esto, la teoría y las técnicas aplicadas a esta área pueden ser las guías para efectuar futuros estudios de ingeniería industrial a las demás áreas y departamentos de la planta siempre y cuando sea posible. Lo que es más, nosotros sugerimos que así sea, ya que podría resultar contraproducente utilizar técnicas de motivación diferentes en algunas áreas lo que podría resultar a su vez en un desbalanceo de la producción de cada área y descontento en la fuerza del trabajo.

Por último es nuestro sentir que la empresa G & J tiene ahora tanto la capacidad directiva como la fuerza de trabajo especializada requeridas

para poder implementar con éxito los métodos aquí sugeridos, siendo el resultado esperado un aumento en la productividad, una reducción en los costos de mano de obra y un producto calificado en lo que a calidad se refiere. Logrando lo anterior la empresa alcanzará una ventaja sobre sus competidores que la llevará a captar una mayor fracción del mercado de calzado deportivo.

A P E N D I C E S

APENDICE I

LIST

```

20 REM
30 REM PROGRAM THAT GENERATES
40 REM PLANT LAYOUT ALTERNATIVE
   S
50 REM
60 REM
100 HOME : VTAB 8
110 PRINT TAB( 10)"PROGRAMA PAR
A CONSTRUIR DISTRIBUCIONES E
N PLANTA"
112 PRINT TAB( 9)"ELABORADO PAR
A LA EMPRESA G&J DE CALZADO
DEPORTIVO"
113 PRINT TAB( 25)"POR:"
120 VTAB (14); PRINT TAB( 14)"L
EON FREIMAN Y ANTONIO VILLAL
ON"
130 PRINT TAB( 18)"UNIVERSIDAD
ANAHUAC"
140 PRINT TAB( 21)"MEXICO D.F."

150 FOR I = 1 TO 1000
160 NEXT I
165 REM INPUT NO. OF DEPARTMEN
TS
170 HOME : PRINT "CUÁNTOS DEPART
AMENTOS?"
180 INPUT NM
185 REM DIMENSION ALL VARIABLE
ARRAYS
190 DIM A(NM),AR(NM),AA(NM),P(40
,24)
200 DIM RL$(NM,NM),RL(NM,NM)
210 DIM L(NM),CT(NM,NM)
220 DIM X1(NM),Y1(NM),X(NM),Y(NM
)
225 DIM R(50,50)
230 HOME
235 REM INPUT DEPARTMENT AREAS
240 FOR I = 1 TO NM
250 PRINT "AREA DEL DEPT. ";I;"=
?"
260 INPUT A(I)
270 NEXT I
280 T1 = 2: HOME
285 REM INPUT CLOSENESS RATINGS

290 FOR J = 1 TO NM - 1
300 FOR K = T1 TO NM
310 PRINT "REL DEL DEPT. ";J;" Y
EL DEPT. ";K;" =?"
320 INPUT RL$(J,K)
330 IF RL$(J,K) = "A" THEN 400
340 IF RL$(J,K) = "E" THEN 410
350 IF RL$(J,K) = "I" THEN 420
360 IF RL$(J,K) = "O" THEN 430

```

```

370 IF RL(I,J,K) = "U" THEN 440
380 IF RL(I,J,K) = "X" THEN 450
390 PRINT "PLEASE REENTER RATING
      ") GOTO 310
400 RL(J,K) = 6: GOTO 460
410 RL(J,K) = 5: GOTO 460
420 RL(J,K) = 4: GOTO 460
430 RL(J,K) = 3: GOTO 460
440 RL(J,K) = 2: GOTO 460
450 RL(J,K) = - 3
460 NEXT K
470 T1 = T1 + 1
480 NEXT J
482 REM
484 REM SELECTION OF PLACEMENT
ORDER
486 REM
490 HOME : PRINT "FACTOR MINIMO
DE PROXIMIDAD?"
500 PRINT "TECLEE: 6=A 5=E 4=I 3
      =D 2=U 1=X"
510 INPUT MR
520 T = 0
530 T = T + 1
540 L(T) = INT (NM * RND (1) +
      1)
550 IF T = 1 THEN 600
560 FOR I = 1 TO T - 1
570 IF L(I) = L(T) THEN 540
580 NEXT I
590 IF T = NM THEN 790
600 M = 6
610 FOR K = 1 TO NM
620 Z = L(T)
630 IF K = Z THEN 600
640 IF K < Z THEN 670
650 IF RL(I,K) = M THEN 720
660 GOTO 600
670 IF RL(K,Z) = M THEN 720
680 NEXT K
690 M = M - 1
700 IF M < MR THEN 530
710 GOTO 510
720 FOR J = 1 TO T - 1
730 IF K = L(J) THEN 600
740 NEXT J
750 T = T + 1
760 L(T) = K
770 IF T = NM THEN 790
780 GOTO 500
790 FOR I = 1 TO NM
800 B = L(I)
810 AR(I) = A(B)
820 NEXT I
830 TT = 0
840 FOR I = 1 TO NM
850 TT = TT + AR(I)
860 NEXT I
862 REM
864 REM DISPLAY DEPARTMENT ORDE
R AND AREAS
866 REM
870 HOME : PRINT TAB( 18) "ORDEN
DE COLOCACION DE LOS DEPART
AMENTOS"
880 FOR I = 1 TO NM

```

```

890 PRINT TAB(10) " " I TAB(15
)'DEPT 25 "L(I) TAB(30) "CD
N AREA "AR(I)
900 NEXT I
910 PRINT : PRINT TAB(25) "AREA
TOTAL = " : TT
920 VTAB 24: INPUT "OPRIMA RETUR
N PARA CONTINUAR":Z#
922 REM
924 REM PLACEMENT OF DEPARTMENT
S
926 REM
930 HOME : PRINT "LARGO DEL AREA
A DISTRIBUIR? (MAX. 20)"
940 INPUT LT
950 IF LT ( 21 THEN 970
960 GOTO 930
970 PRINT : PRINT "ANCHO DEL ARE
A A DISTRIBUIR? (MAX. 20)"
980 INPUT WD
985 PR# 0
990 IF WD ( 21 THEN 1010
1000 HOME : GOTO 970
1010 S = INT (LT / 4) + 2
1020 T = INT (WD / 4)
1030 TS = INT (8 * S * T)
1040 IF TT ( = TS THEN 1110
1050 FOR I = 1 TO NM
1060 AR(I) = INT (AR(I) / TT * T
S + .5)
1070 IF AR(I) 0 THEN 1090
1080 AR(I) = 1
1090 NEXT I
1100 TT = TS
1110 FOR I = : TO NM
1120 AR(I) = AR(I)
1130 NEXT I
1140 HOME
1150 A = 20: B = 10: I = 0: K = 1: AR
(0) = 0: C = 1
1160 X = A - S - 1
1170 X = X + 2
1180 FOR Y = B + T TO B + 1 STEP
- 1
1190 P(X,Y) = L(C)
1200 HTAB X: VTAB Y
1205 R(X,Y) = P(X,Y)
1210 PRINT P(X,Y)
1220 I = I + 1
1230 IF I = AR(K) THEN 1250
1240 GOTO 1280
1250 C = C + 1
1260 K = K + 1
1270 AR(K) = AR(K) + AR(K - 1)
1280 NEXT Y
1290 IF X ( A + B - 1 THEN 1170
1300 FOR X = A + B - 1 TO A - S +
1 STEP - 2
1310 FOR Y = B TO B - T + 1 STEP
- 1
1320 P(X,Y) = L(C)
1330 HTAB X: VTAB Y
1335 R(X,Y) = P(X,Y)
1340 PRINT P(X,Y)
1350 I = I + 1
1360 IF I = AR(K) THEN 1380

```

```

1370 GOTO 1410
1380 C = C + 1
1390 K = K + 1
1400 AR(K) = AR(K) + AR(K - 1)
1410 NEXT Y
1420 NEXT X
1430 FOR Y = B - T + 1 TO B + T
1440 FOR X = A - S - 1 TO A - 2 *
S + 1 STEP - 2
1450 P(X,Y) = L(C)
1460 HTAB X; VTAB Y
1465 R(X,Y) = P(X,Y)
1470 PRINT P(X,Y)
1480 I = I + 1
1490 IF I = AR(K) THEN 1510
1500 GOTO 1540
1510 C = C + 1
1520 K = K + 1
1530 AR(K) = AR(K) + AR(K - 1)
1540 NEXT X
1550 NEXT Y
1560 FOR X = A - 2 * S + 1 TO A +
S - 1 STEP 2
1570 FOR Y = B + T + 1 TO B + 2 *
T
1580 P(X,Y) = L(C)
1590 HTAB X; VTAB Y
1595 R(X,Y) = P(X,Y)
1600 PRINT P(X,Y)
1610 I = I + 1
1620 IF I = TT THEN 2010
1630 IF I = AR(K) THEN 1650
1640 GOTO 1690
1650 C = C + 1
1660 K = K + 1
1670 IF K > NM THEN 2010
1680 AR(K) = AR(K) + AR(K - 1)
1690 NEXT Y
1700 NEXT X
1710 FOR Y = B + 2 * T TO B - T +
1 STEP - 1
1720 FOR X = A + S + 1 TO A + 2 *
S - 1 STEP 2
1730 P(X,Y) = L(C)
1740 HTAB X; VTAB Y
1745 R(X,Y) = P(X,Y)
1750 PRINT P(X,Y)
1760 I = I + 1
1770 IF I = TT THEN 2010
1780 IF I = AR(K) THEN 1800
1790 GOTO 1840
1800 C = C + 1
1810 K = K + 1
1820 IF K > NM THEN 2010
1830 AR(K) = AR(K) + AR(K - 1)
1840 NEXT X
1850 NEXT Y
1860 FOR X = A + 2 * S - 1 TO A -
2 * S + 1 STEP - 2
1870 FOR Y = B - T TO B - 2 * T +
1 STEP - 1
1880 P(X,Y) = L(C)
1890 HTAB X; VTAB Y
1895 R(X,Y) = P(X,Y)
1900 PRINT P(X,Y)
1910 I = I + 1

```

```

1920 IF I = TT THEN 2010
1930 IF I = AR(K) THEN 1950
1940 GOTO 1930
1950 C = C + 1
1960 K = K + 1
1970 IF K > NM THEN 2010
1980 AR(K) = AR(K) + AR(K - 1)
1990 NEXT Y
2000 NEXT X
2002 REM
2004 REM SCORING THE LAYOUT
2006 REM
2010 PR# 1
2011 FOR V = 1 TO 50: PRINT : FOR
W = 1 TO 50
2012 IF R(W,V) ( ) 0 THEN PRINT
R(W,V)!" "
2013 IF R(W,V) ( 10 THEN PRINT
" "
2014 NEXT W: NEXT V
2016 INPUT V
2019 FOR I = 1 TO NM
2020 X(I) = 0
2030 Y(I) = 0
2040 NEXT I
2050 FOR J = B - 2 * T + 1 TO B +
2 * T
2060 FOR I = A - 2 * B + 1 TO A +
2 * B - 1 STEP 2
2070 C = P(I,J)
2080 X(C) = X(C) + I
2090 Y(C) = Y(C) + J
2100 NEXT I
2110 NEXT J
2120 FOR I = 1 TO NM
2130 X(I) = X(I) / AR(I)
2140 Y(I) = Y(I) / AR(I)
2150 NEXT I
2160 T5 = 0
2170 T2 = 2
2180 FOR J = 1 TO NM - 1
2190 FOR I = T2 TO NM
2200 CT(I,J) = ABS (X(I) - X(J))
/ 2 + ABS (Y(I) - Y(J)) /
2
2210 T5 = T5 + INT (AL(I,J) * CT
(I,J))
2220 NEXT J
2230 T2 = T2 + 1
2240 NEXT I
2241 PR# 1
2250 VTAB 23: PRINT "PUNTUACION="
: T5
2260 VTAB 24: INPUT "OPRIMA RETU
RN PARA CONTINUAR": Z0
2270 HOME : PRINT "DESEA EFECTUA
R OTRA CORRIDA? (S/N)"
2280 INPUT C0
2290 IF C0 = "S" THEN 490
2300 IF C0 = "N" THEN 2500
2310 GOTO 2270
2500 END

```